COMPTE RENDU

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 24 MARS 1845.

PRÉSIDENCE DE M. ÉLIE DE BEAUMONT.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

ASTRONOMIE. — *Sur un exposé de la théorie de la Lune, rédigé par un auteur arabe du* X*e siècle.* (Note de M. Biot.)

« Je désire entretenir un moment l'Académie d'un document inédit, relatif à l'astronomie du moyen âge, qui va paraître sous peu de jours dans le *Journal des Savants*. Je me bornerai ici à indiquer le sujet de cette publication, et les conséquences scientifiques qui en résultent.

» Des recherches sur l'astronomie ancienne, qui ont été insérées au *Journal des Savants* de l'année 1843, m'ont donné l'occasion de discuter un fragment d'Aboul-Wefa, dans lequel on avait cru voir l'anticipation d'une des plus belles découvertes de Tycho-Brahé, celle de la *variation,* qui, par sa nature, n'a pu venir qu'après des perfectionnements considérables apportés à l'ensemble de la théorie lunaire de Ptolémée. Je prouvai alors, par des démonstrations mathématiques, que ce fragment contenait seulement un exposé imparfait de la seconde partie de l'*évection,* telle qu'elle est établie au chapitre V du ve livre de l'Almageste ; et je montrai, conformément à la remarque antérieure de M. Munk, qu'elle y était présentée avec les mêmes particula-

rités d'expressions que les commentateurs arabes de Ptolémée ont habituellement employées pour la décrire.

» Des géomètres distingués m'ont fait apercevoir que j'aurais donné à mon travail une utilité plus générale, en publiant toute la portion du manuscrit d'Aboul-Wefa qui concerne la théorie de la Lune: non-seulement pour faire connaître, avec plus d'évidence, la nature de l'ouvrage de cet auteur et la portée de son savoir astronomique; mais encore pour montrer, par cet exemple, comment les théories grecques étaient envisagées et comprises, à Bagdad, un siècle après Albategni. Je me suis rendu à ce désir, et tel est l'objet de mon nouvel article. Les habiles orientalistes qui m'avaient fourni une traduction littérale du fragment que j'ai discuté, MM. Reinaud, Munk et de Slane, ont bien voulu me prêter encore ici leur secours. J'ai laissé à leur traduction toute sa fidélité, en y spécifiant seulement, avec exactitude, les idées scientifiques qu'elle était destinée à reproduire; et j'y ai laissé subsister les détours de la rédaction originale, afin que les philologues puissent juger si les embarras qu'on y découvre tiennent à l'esprit de l'auteur, ou au manque de précision de la langue qu'il employait. Lorsqu'il m'a paru indispensable d'ajouter à ses expressions quelques équivalents plus exacts pour en fixer le sens, je les ai insérés entre des parenthèses, voulant toujours le laisser voir tel qu'il est.

» L'ouvrage d'Aboul-Wefa, d'où j'ai tiré cet extrait, est classé, parmi les manuscrits de la Bibliothèque royale, sous le n° 1138. Il est intitulé *Almageste;* cette dénomination se donnait alors à tous les traités astronomiques qui, à l'imitation de celui de Ptolémée, embrassaient, ou étaient censés embrasser tout l'ensemble des phénomènes célestes. Il contient en tout 212 pages de texte, petit in-4°. C'est peu pour un si grand sujet. Il est partagé en *traités* ou *discours,* lesquels sont subdivisés en *espèces* ou *sections,* et celles-ci en *chapitres,* que j'appellerai plus volontiers *paragraphes,* étant souvent bornés à un petit nombre de lignes. L'auteur y avait considéré la théorie de la Lune à deux reprises, d'abord dans le VIe discours, puis dans le VIIe. La première partie manque dans le manuscrit que nous possédons. Mais, par la table des matières, qui se trouve au folio 81 verso, et par ce que l'auteur dit lui-même, au folio 96 verso, on voit qu'il s'était proposé, dans cet endroit, d'exposer préliminairement l'emploi général des épicycles et des excentriques, pour représenter les mouvements variables du Soleil, de la Lune et des planètes, réservant, pour la suite, le détail des applications. Comme ce qui manque dans le manuscrit se borne à douze pages de texte, cette exposition préliminaire devait être nécessairement fort abrégée. L'auteur reprend le détail de

la théorie de la Lune à la seconde section du VII[e] discours,
il la termine au folio 100 recto; de sorte qu'elle y est renfei
ges de texte, sans figures graphiques. C'est là que je comm
en ajoutant à la fin de chaque chapitre les notes nécessaires p
sens de ses exposés, souvent obscurs, ou pour marquer leur r
chapitres de Ptolémée qui y correspondent, ou enfin pour e
plus ou moins avancé des connaissances qu'on avait sur la théori
le pays et à l'époque où l'auteur écrivait. A en juger par son c
se réduiraient aux théories grecques, plus ou moins imparfai
prises. Mais, peut-être, ferait-on tort aux contemporains d'Aboul-
les appréciait d'après la mesure qu'il en donne. Sa théorie de la
qu'un résumé des hypothèses et des résultats de Ptolémée, dépc
servations réelles et de démonstrations rigoureuses, dans lequel, lo
voir chercher de nouvelles découvertes, on ne trouve pas même [illegible] pose
exact des méthodes de l'astronome grec. Les notions les plus indispensables y sont omises, par exemple les périodes moyennes, le mouvement de latitude, la rétrogradation des nœuds. Si l'on avait traduit, dès l'abord, ces SIX pages du texte arabe, ou seulement si on les avait lues avec attention, cela aurait évité l'inconvénient de se faire illusion à soi-même et aux autres. Maintenant que l'ouvrage sera connu par notre publication, il ne fera plus illusion à personne. Son insignifiance, comme exposé de doctrines astronomiques, sera évidente; mais on peut regretter le temps perdu à établir une vérité si stérile. »

ASTRONOMIE. — *Suite des Notes annexées au Rapport sur le Mémoire de* M. Le Verrier, *et relatives à la détermination des inégalités périodiques des mouvements planétaires* [*voir le* Compte rendu *de la séance du* 17 *mars*]; *par* M. AUGUSTIN CAUCHY.

NOTE QUATRIÈME.

Développement du rapport de l'unité à la distance de deux planètes en une série ordonnée suivant les puissances entières des exponentielles dont les arguments sont les anomalies excentriques.

« Conservons les mêmes notations que dans les Notes précédentes. Représentons, en conséquence, par ι la distance des deux planètes m, m', par ψ, ψ' leurs anomalies excentriques, par n, n' deux nombres entiers

donnés; et soit toujours $\mathcal{A}_n$ le coefficient de l'exponentielle

$$e^{n\psi\sqrt{-1}} = x^n$$

dans le développement de $\frac{1}{\iota}$ en une série ordonnée suivant les puissances entières de la variable

$$x = e^{\psi\sqrt{-1}}.$$

On aura

$$(1) \qquad \frac{1}{\iota} = \ldots \mathcal{A}_{-2}x^2 + \mathcal{A}_{-1}x + \mathcal{A}_0 + \mathcal{A}_1 x + \mathcal{A}_2 x^2 + \ldots;$$

puis on tirera de la formule (1)

$$(2) \qquad \mathcal{A}_n = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} x^{-n}\frac{1}{\iota}\,d\psi;$$

et, comme l'exponentielle

$$x^{-n} = e^{-n\psi\sqrt{-1}}$$

aura pour module l'unité, on conclura de l'équation (2) que le module de $\mathcal{A}_n$ est inférieur au plus grand module de $\frac{1}{\upsilon}$. Il y a plus: en supposant que l'on désigne par l un nombre entier quelconque, et que l'on indique à l'aide de la lettre caractéristique Σ une somme de termes semblables, correspondants aux diverses valeurs de x qui vérifient l'équation

$$(3) \qquad x^l = 1,$$

on tirera encore de la formule (2)

$$(4) \qquad \left\{ \begin{aligned} \frac{1}{l}\Sigma\frac{x^{-n}}{\upsilon} = \mathcal{A}_n + \mathcal{A}_{n+l} + \mathcal{A}_{n+2l} + \ldots \\ + \mathcal{A}_{n-l} + \mathcal{A}_{n-2l} + \ldots, \end{aligned} \right.$$

et, par suite,

$$(5) \qquad \mathcal{A}_n = \frac{1}{l}\Sigma\frac{x^{-n}}{\iota} - s,$$

la valeur de s étant

$$(6) \qquad s = \mathcal{A}_{n+l} + \mathcal{A}_{n+2l} + \ldots + \mathcal{A}_{n-l} + \mathcal{A}_{n-2l} + \ldots.$$

Donc à l'équation (2) on pourra substituer la formule

(7) $$\mathcal{A}_n = \frac{1}{l}\Sigma\frac{x^{-n}}{v},$$

si le nombre l est assez considérable pour qu'on puisse, sans erreur sensible, négliger la somme que représente la lettre s.

» Si, dans les formules (2), (5), (6) on remplace n par $-n$, on trouvera non-seulement

(8) $$\mathcal{A}_{-n} = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi}\frac{x^n}{v}\,d\psi,$$

mais encore

(9) $$\mathcal{A}_{-n} = \frac{1}{l}\Sigma\frac{x^n}{v} - s,$$

la valeur de s étant

(10) $$s = \mathcal{A}_{-n+l} + \mathcal{A}_{-n+2l} + \ldots + \mathcal{A}_{-n-l} + \mathcal{A}_{-n-2l} + \ldots.$$

Cela posé, on pourra évidemment à l'équation (9) substituer la suivante,

(11) $$\mathcal{A}_{-n} = \frac{1}{l}\Sigma\frac{x^n}{v},$$

si le nombre l est assez considérable pour qu'on puisse, sans erreur sensible, négliger la somme s, déterminée par la formule (10).

» Enfin, si l'on nomme $\mathcal{A}_{n'}$ le coefficient de l'exponentielle

$$e^{n'\psi'\sqrt{-1}},$$

dans le développement de $\frac{1}{v}$ en série ordonnée suivant les puissances ascendantes de la variable

$$x' = e^{\psi'\sqrt{-1}},$$

et si l'on indique par le signe Σ une somme de termes semblables et correspondants aux diverses valeurs de x' qui vérifient l'équation

(12) $$x'^{l'} = 1,$$

on aura non-seulement

(13) $$\mathcal{A}_{n'} = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi}\frac{x'^{-n'}}{v}\,d\psi',$$

mais aussi

$$(14)\qquad \mathcal{A}_{n'} = \frac{1}{l'}\,\Sigma\,\frac{x'^{-n'}}{v} - s',$$

la valeur de s' étant

$$(15)\qquad s' = \mathcal{A}_{n'+l'} + \mathcal{A}_{n'+2l'} + \ldots + \mathcal{A}_{n'-l'} + \mathcal{A}_{n'-2l'} + \ldots;$$

et à l'équation (14) on pourra évidemment substituer la suivante

$$(16)\qquad \mathcal{A}_{n'} = \frac{1}{l'}\,\Sigma\,\frac{x'^{-n'}}{v},$$

si le nombre l' est assez considérable pour que l'on puisse, sans erreur sensible, négliger la somme s' déterminée par la formule (15).

» Soit maintenant

$$\mathcal{A}_{n',-n}$$

le coefficient de l'exponentielle

$$e^{(n'\psi'-n\psi)\sqrt{-1}}$$

dans le développement de $\frac{1}{v}$ en série ordonnée suivant les puissances entières des deux variables

$$x = e^{\psi\sqrt{-1}},\qquad x' = e^{\psi'\sqrt{-1}}.$$

On aura, non-seulement

$$(17)\qquad \mathcal{A}_{n',-n} = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} \mathcal{A}_{n'}\,x^n\,d\psi,$$

mais encore

$$(18)\qquad \mathcal{A}_{n',-n} = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} \mathcal{A}_{-n}\,x'^{-n'}\,d\psi',$$

et l'on tirera de l'équation (18), combinée avec les formules (9) et (13),

$$(19)\qquad \mathcal{A}_{n',-n} = \frac{1}{l}\,\Sigma\,\mathcal{A}_{n'}\,x^n - \iota,$$

la valeur de ι étant

$$(20)\qquad \iota = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} s\,x^n\,d\psi,$$

puis de l'équation (17), combinée avec les formules (14) et (8),

$$(21)\qquad \mathcal{A}_{n',-n} = \frac{1}{l'}\Sigma\mathcal{A}_{-n}x'^{-n'} - \iota',$$

la valeur de ι' étant

$$(22)\qquad \iota' = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} s'x'^{-n'}d\psi'.$$

» Il est bon d'observer que, les modules de x^n et de $x'^{-n'}$ étant égaux à l'unité, les modules de ι et de ι' seront respectivement inférieurs, en vertu des formules (20) et (22), le premier au plus grand module de la somme représentée par s, le second au plus grand module de la somme représentée par s'. Donc, pour obtenir la valeur du coefficient $\mathcal{A}_{n',-n}$, avec un degré donné d'approximation, en sorte que l'erreur commise ne surpasse pas une certaine limite fixée d'avance, il suffira d'employer, au lieu de l'équation (19), la formule

$$(23)\qquad \mathcal{A}_{n',-n} = \frac{1}{l}\Sigma\mathcal{A}_{n'}x^n,$$

en supposant l choisi de manière que le module de la somme s reste toujours inférieur à la limite dont il s'agit, ou, au lieu de l'équation (21), la formule

$$(24)\qquad \mathcal{A}_{n',-n} = \frac{1}{l'}\Sigma\mathcal{A}_{-n}x'^{-n'},$$

en supposant l' choisi de manière que le module de la somme s' reste toujours inférieur à cette même limite.

» Des formules (23) et (16), ou (24) et (11), on tire immédiatement

$$(25)\qquad \mathcal{A}_{n',-n} = \frac{1}{ll'}\Sigma\frac{x^n x'^{-n'}}{v},$$

la somme qu'indique le signe Σ s'étendant à toutes les valeurs de x, x' qui vérifient les équations (3) et (12).

» Les formules (11), (16), et par suite la formule (25) qui se déduit des deux premières, ne diffèrent pas des formules d'interpolation connues depuis longtemps, et relatives à une ou à deux variables. Déjà, dans le § III du Mémoire publié en 1832, j'avais indiqué ces formules d'interpolation comme ap-

plicables au développement de la fonction perturbatrice. On peut effectivement, lorsque les nombres n, n' deviennent considérables, faire servir l'équation (25), ou d'autres formules du même genre, à la détermination des coefficients que renferme le développement dont il s'agit. Mais il est plus simple de combiner l'équation (23) ou (24) avec d'autres formules que je vais maintenant rappeler.

» Comme je l'ai remarqué dans la deuxième Note, la valeur de $\mathfrak{r}^2$ est de la forme

$$(26)\quad \mathfrak{r}^2 = \frac{\left(1-\mathfrak{a}x'e^{-\varphi\sqrt{-1}}\right)\left(1-\mathfrak{a}x'^{-1}e^{\varphi\sqrt{-1}}\right)\left(1-\mathfrak{b}x'e^{\varphi\sqrt{-1}}\right)\left(1-\mathfrak{b}x'^{-1}e^{-\varphi\sqrt{-1}}\right)}{\mathfrak{H}^2},$$

les modules $\mathfrak{a}$, $\mathfrak{b}$, $\mathfrak{H}$ et l'angle φ étant des fonctions de la variable ψ. Cela posé, on aura

$$(27)\quad \frac{1}{\mathfrak{r}} = \mathfrak{H}\left(1-\mathfrak{a}x'e^{-\varphi\sqrt{-1}}\right)^{-\frac{1}{2}}\left(1-\frac{\mathfrak{a}}{x'}e^{\varphi\sqrt{-1}}\right)^{-\frac{1}{2}}\left(1-\mathfrak{b}x'e^{\varphi\sqrt{-1}}\right)^{-\frac{1}{2}}\left(1-\frac{\mathfrak{b}}{x'}e^{-\varphi\sqrt{-1}}\right)^{-\frac{1}{2}}.$$

Soient d'ailleurs

$$\mathfrak{A}_{n'} \quad \text{et} \quad \mathfrak{B}_{n'}$$

les coefficients de $x^{n'}$ dans les développements des deux produits,

$$(1-\mathfrak{a}x')^{-\frac{1}{2}}\left(1-\frac{\mathfrak{a}}{x'}\right)^{-\frac{1}{2}}, \quad (1-\mathfrak{b}x')^{-\frac{1}{2}}\left(1-\frac{\mathfrak{b}}{x'}\right)^{-\frac{1}{2}},$$

et faisons, pour abréger, non-seulement

$$\left[\tfrac{1}{2}\right]_{n'} = \frac{1.3.5\ldots(2n'-1)}{2.4.6\ldots 2n'},$$

mais encore

$$(28)\quad \mathfrak{f} = \frac{\mathfrak{a}^2}{1-\mathfrak{a}^2}.$$

On trouvera, pour des valeurs positives de n',

$$(29)\quad \mathfrak{A}_{n'} = \mathfrak{A}_{-n'} = \left[\tfrac{1}{2}\right]_{n'}\frac{\mathfrak{a}^{n'}}{\sqrt{1-\mathfrak{a}^2}}\,\mathfrak{J}_{n'},$$

la valeur de $\mathfrak{I}_{n'}$ étant

(30) $$\mathfrak{I}_{n'} = 1 - \frac{1}{2}\frac{1}{2n'+2}\,\mathfrak{l} + \frac{1.3}{2.4}\frac{1.3}{(2n'+2)(2n'+4)}\,\mathfrak{l}^2 \ldots$$

On aura donc, pour des valeurs positives de n',

(31) $$\mathfrak{A}_{n'} = \mathfrak{A}_{-n'} = [\tfrac{1}{2}]_{n'} \frac{\mathfrak{a}^{n'}}{\sqrt{1-\mathfrak{a}^2}}\left(1 - \frac{1}{2}\frac{1}{2n'+2}\frac{\mathfrak{a}^2}{1-\mathfrak{a}^2} + \ldots\right),$$

et pareillement

(32) $$\mathfrak{B}_{n'} = \mathfrak{B}_{-n'} = [\tfrac{1}{2}]_{n'} \frac{\mathfrak{b}^{n'}}{\sqrt{1-\mathfrak{b}^2}}\left(1 - \frac{1}{2}\frac{1}{2n'+2}\frac{\mathfrak{b}^2}{1-\mathfrak{b}^2} + \ldots\right).$$

En adoptant ces valeurs de $\mathfrak{A}_{\pm n'}$ et de $\mathfrak{B}_{\pm n'}$, on tirera de la formule (27)

(33) $$\frac{1}{v} = \mathcal{K}\, \Sigma\, \mathfrak{A}_{n'}\, x'^{n'}\, e^{-n'\varphi\sqrt{-1}}\, \Sigma\, \mathfrak{B}_{n'}\, x'^{n'}\, e^{n'\varphi\sqrt{-1}},$$

chacune des sommes qu'indique le signe Σ devant être étendue à toutes les valeurs entières, positives nulle et négatives, de n'. Enfin, si l'on égale entre eux les coefficients de $x^{n'}$ dans les développements des deux membres de la formule (33), on trouvera

(34) $$\mathcal{A}_{n'} = \mathcal{K} e^{-n'\varphi\sqrt{-1}} \left\{ \begin{array}{l} \mathfrak{B}_0 \mathfrak{A}_{n'} + \mathfrak{B}_1 \mathfrak{A}_{n'+1}\, e^{-2\varphi\sqrt{-1}} + \mathfrak{B}_2 \mathfrak{A}_{n'+2}\, e^{-4\varphi\sqrt{-1}} + \ldots \\ \qquad + \mathfrak{B}_1 \mathfrak{A}_{n'-1}\, e^{2\varphi\sqrt{-1}} + \mathfrak{B}_2 \mathfrak{A}_{n'-2}\, e^{4\varphi\sqrt{-1}} + \ldots \end{array} \right\}.$$

» On peut assez facilement, et avec un degré d'approximation fixé à priori, déterminer la valeur de $\mathcal{A}_{n',-n}$, en joignant l'équation (34) à la formule (23), ou l'équation analogue qui fournirait la valeur de $\mathcal{A}_n$ à la formule (24).

» Dans le cas où le nombre n' devient considérable, les formules (31), (32) donnent, à très-peu près,

(35) $$\mathfrak{A}_{n'} = \mathfrak{A}_{-n'} = [\tfrac{1}{2}]_{n'} \frac{\mathfrak{a}^{n'}}{\sqrt{1-\mathfrak{a}^2}},$$

(36) $$\mathfrak{B}_{n'} = \mathfrak{B}_{-n'} = [\tfrac{1}{2}]_{n'} \frac{\mathfrak{b}^{n'}}{\sqrt{1-\mathfrak{a}^2}}.$$

D'ailleurs, dans notre système planétaire, le module $\mathfrak{b}$, dont la première

valeur approchée se réduit à zéro [*voir* la formule (30) de la deuxième Note], reste généralement très-petit. Donc, appliquée à ce système, la formule (36) donnera sensiblement

$$\mathfrak{B}_0 = 1, \quad \mathfrak{B}_1 = \mathfrak{B}_{-1} = 0, \quad \mathfrak{B}_2 = \mathfrak{B}_{-2} = 0, \text{ etc.}$$

Donc, en vertu des formules (34), (35), on aura encore à très-peu près, pour des valeurs positives de n',

$$(37) \qquad \mathcal{A}_{n'} = [\tfrac{1}{2}]_{n'}(1 - \alpha^2)^{-\frac{1}{2}} \mathcal{K} \alpha^{n'} e^{-n'\varphi\sqrt{-1}}.$$

Il y a plus; comme, pour de grandes valeurs de n', on a sensiblement

$$[\tfrac{1}{2}]_{n'} = \frac{1}{\sqrt{\pi n'}},$$

la formule (37) pourra être remplacée par la suivante

$$(38) \qquad \mathcal{A}_{n'} = \frac{\mathcal{K}}{\sqrt{\pi n'(1-\alpha^2)}} \alpha^{n'} e^{-n'\varphi\sqrt{-1}}.$$

NOTE CINQUIÈME.

Développement du rapport de l'unité à la distance de deux planètes en une série ordonnée suivant les puissances entières des exponentielles dont les arguments sont les anomalies moyennes.

» Nommons toujours v la distance des deux planètes m, m'. Soient T, T' leurs anomalies moyennes liées aux anomalies excentriques ψ, ψ' par les équations

$$(1) \qquad T = \psi - \varepsilon \sin\psi, \quad T' = \psi' - \varepsilon' \sin\psi',$$

dans lesquelles ε, ε' représentent les excentricités des orbites; et posons non-seulement

$$(2) \qquad x = e^{\psi\sqrt{-1}}, \quad x' = e^{\psi'\sqrt{-1}},$$

mais encore

$$(3) \qquad u = e^{T\sqrt{-1}}, \quad u' = e^{T'\sqrt{-1}}.$$

On aura, en vertu des formules (1),

$$(4)\qquad u = xe^{-\frac{\varepsilon}{2}\left(x-\frac{1}{x}\right)},\quad u' = x'e^{-\frac{\varepsilon'}{2}\left(x'-\frac{1}{x'}\right)}.$$

Représentons d'ailleurs par n, n' deux nombres entiers; par

$$\mathcal{A}_{-n},\quad \mathcal{A}_{n'},\quad \mathcal{A}_{n',-n}$$

les coefficients de

$$x^{-n},\quad x'^{n'},\quad x'^{n'}x^{-n},$$

dans les développements de $\frac{1}{v}$ en une série simple ordonnée suivant les puissances entières de x ou de x', ou en une série double ordonnée suivant les puissances entières de x et de x'; enfin par

$$\mathrm{A}_{-n},\quad \mathrm{A}_{n'},\quad \mathrm{A}_{n',-n}$$

les coefficients de

$$u^{-n},\quad u'^{n'},\quad u'^{n'}u^{-n},$$

dans les développements de $\frac{1}{v}$ en une série simple ordonnée suivant les puissances entières de u ou de u', ou en une série double ordonnée suivant les puissances entières de u et de u'. On pourra, en supposant connues les diverses valeurs du coefficient $\mathcal{A}_{-n}$, ou du coefficient $\mathcal{A}_{n'}$, en déduire assez facilement, à l'aide des formules rappelées dans les Notes précédentes, la valeur du coefficient $\mathrm{A}_{n',-n}$ surtout lorsque les nombres n, n' deviendront considérables. Entrons, à ce sujet, dans quelques détails.

» On a généralement

$$(5)\qquad \mathrm{A}_{n',-n} = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi} \mathrm{A}_{n'}\,u^{n}\,dT.$$

D'autre part, si l'on substitue la planète m' à la planète m, les formules (4) et (5) de la troisième Note [*voyez* page 783] donneront

$$(6)\qquad \mathrm{A}_{n'} = \Sigma\left(1-\frac{l'}{n'}\right)\mathcal{A}_{n'-l'}\,\mathcal{E}_{l'};$$

$\mathcal{E}_{l'}$ désignant le coefficient de $x'^{l'}$ dans le développement de l'exponentielle

$$e^{\frac{n'\varepsilon'}{2}\left(x'-\frac{1}{x'}\right)}$$

en une série ordonnée suivant les puissances entières de x', et la somme qu'indique le signe Σ s'étendant à toutes les valeurs entières de l'. Enfin, si l'on désigne par k' un nombre entier déterminé, dont la valeur soit très-grande, la formule (14) de la Note précédente donnera

$$(7)\qquad \mathcal{A}_{n'-l'} = \frac{1}{k'}\Sigma\frac{x'^{\,l'-n'}}{v} - s',$$

la somme qu'indique le signe Σ s'étendant à toutes les valeurs de x' qui vérifient l'équation

$$(8)\qquad x'^{\,k'} = 1,$$

et la valeur de s' étant

$$(9)\qquad s' = \mathcal{A}_{n'-l'+k'} + \mathcal{A}_{n'-l'+2k'} + \ldots + \mathcal{A}_{n'-l'-k'} + \mathcal{A}_{n'-l'-2k'} + \ldots$$

Cela posé, comme on aura

$$\frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi}\frac{u^n}{v}\,dT = \mathrm{A}_{-n},$$

on tirera évidemment des formules (5), (6) et (7),

$$(10)\qquad \mathrm{A}_{n',\,-n} = \frac{1}{k'}\Sigma\left(1-\frac{l'}{n'}\right)\mathcal{E}_{l'}\mathrm{A}_{-n}x'^{\,l'-n'} - i',$$

le valeur de i' étant

$$(11)\qquad i' = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi}\Sigma\left(1-\frac{l'}{n'}\right)\mathcal{E}_{l'}\,s'\,u^n\,dT.$$

Il y a plus; comme, en supposant la somme qu'indique le signe Σ étendue à toutes les valeurs entières de l', on aura identiquement

$$(12)\qquad e^{\frac{n'\varepsilon'}{2}\left(x'-\frac{1}{x'}\right)} = \Sigma\,\mathcal{E}_{l'}x'^{\,l'},$$

et, par suite,

$$(13)\qquad \left\{\begin{aligned} \Sigma\left(1-\frac{l'}{n'}\right)\mathcal{E}_{l'}x'^{\,l'} &= \left(1-\frac{x'}{n'}\mathrm{D}_{x'}\right)e^{\frac{n'\varepsilon'}{2}\left(x'-\frac{1}{x'}\right)} \\ &= \left[1-\frac{\varepsilon'}{2}\left(x'+\frac{1}{x'}\right)\right]e^{\frac{n'\varepsilon'}{2}\left(x'-\frac{1}{x'}\right)} = \left[1-\frac{\varepsilon'}{2}\left(x'+\frac{1}{x'}\right)\right]\left(\frac{x'}{u'}\right)^{n'}. \end{aligned}\right.$$

la formule (10) donnera

$$(14)\qquad A_{n', -n} = \frac{1}{k'} \Sigma A_{-n} u'^{-n'} \left[1 - \frac{\varepsilon'}{2} \left(x' + \frac{1}{x'} \right) \right] - i',$$

la somme qu'indique le signe Σ s'étendant à toutes les valeurs de x' qui vérifient l'équation (8). On trouvera pareillement

$$(15)\qquad A_{n', -n} = \frac{1}{k} \Sigma A_{n'} u^{n} \left[1 - \frac{\varepsilon}{2} \left(x + \frac{1}{x} \right) \right] - i,$$

la somme qu'indique le signe Σ, dans la formule (15), s'étendant à toutes les valeurs de x qui vérifient l'équation

$$(16)\qquad x^k = 1,$$

et la valeur de i étant déterminée par le système des formules

$$(17)\qquad i = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \Sigma \left(1 - \frac{l}{n} \right) \mathcal{E}_l s u'^{-n'} dT',$$

$$(18)\qquad s = \mathcal{A}_{-n+l-k} + \mathcal{A}_{-n+l-2k} + \ldots + \mathcal{A}_{-n+l+k} + \mathcal{A}_{-n+l+2k} + \ldots$$

Ajoutons que le signe Σ, dans la formule (17), devra s'étendre à toutes les valeurs entières de l, et que la quantité $\mathcal{E}_l$ sera le coefficient de x^l dans le développement de l'exponentielle

$$e^{\frac{n\varepsilon}{2}\left(x - \frac{1}{x}\right)}$$

en une série ordonnée suivant les puissances entières de x. Remarquons enfin que, si l'on échange entre elles les planètes m, m', et, par suite, les quantités $-n$, n', on obtiendra, à la place de la formule (6), la formule semblable

$$(19)\qquad A_{-n} = \Sigma \left(1 - \frac{l}{n} \right) \mathcal{A}_{-n+l} \mathcal{E}_l,$$

la somme qu'indique le signe Σ s'étendant à toutes les valeurs entières de l.

» Lorsque le nombre k deviendra notablement supérieur au nombre n, ou le nombre k' au nombre n', les modules des sommes s, s', et, par suite, les modules de i et i', seront généralement très-petits. On pourra donc alors,

sans erreur sensible, remplacer l'équation (14) par la formule

$$(20)\qquad A_{n',-n} = \frac{1}{k'} \Sigma A_{-n} u'^{-n'} \left[1 - \frac{\varepsilon'}{2}\left(x' + \frac{1}{x'}\right)\right],$$

ou, ce qui revient au même, par la suivante

$$(21)\qquad A_{n',-n} = \frac{1}{k'} \Sigma A_{-n} u'^{-n'} (1 - \varepsilon' \cos\psi'),$$

et l'équation (15) par la formule

$$(22)\qquad A_{n',-n} = \frac{1}{k} \Sigma A_{n'} u^{n} \left[1 - \frac{\varepsilon}{2}\left(x + \frac{1}{x}\right)\right],$$

ou, ce qui revient au même, par la suivante

$$(23)\qquad A_{n',-n} = \frac{1}{k} \Sigma A_{n'} u^{n} (1 - \varepsilon \cos\psi).$$

Donc alors on pourra, de l'équation (21) jointe à la formule (19), et de l'équation (23) jointe à la formule (6), déduire une valeur très-approchée du coefficient $A_{n',-n}$. Il y a plus; on pourra facilement estimer le degré d'approximation ainsi obtenu, en cherchant une valeur approchée du module de i ou de i', ou plutôt d'une limite supérieure à ce module. Concevons, pour fixer les idées, qu'on veuille savoir quel est le degré d'approximation auquel on parvient quand on réduit l'équation (14) à la formule (21), en négligeant i'. On remarquera, d'une part, que l'erreur commise, dans cette hypothèse, sur le module de $A_{n',-n}$ ne peut surpasser le module de i'; d'autre part, que, le module de u^n étant l'unité, le volume de i' sera, en vertu de la formule (11), inférieur au module *maximum* de la somme

$$(24)\qquad \Sigma \left(1 - \frac{l'}{n'}\right) \mathcal{E}_l s'.$$

On pourra d'ailleurs calculer aisément une valeur approchée de cette somme, en joignant à l'équation (9) l'équation (38) de la quatrième Note, c'est-à-dire la formule

$$(25)\qquad \mathcal{A}_{n'} = \frac{\mathcal{K}}{\sqrt{\pi n' (1 - \alpha^2)}} \alpha^{n'} e^{-n'\varphi\sqrt{-1}};$$

et en observant que cette formule continue de subsister quand on y remplace $\mathcal{A}_{n'}$ par $\mathcal{A}_{-n'}$ et $\sqrt{-1}$ par $-\sqrt{-1}$; de sorte qu'on a encore à très-peu

près

(26) $$\mathcal{A}_{-n'} = \frac{\mathcal{H}}{\sqrt{\pi n'(1-\alpha^2)}} \alpha^{n'} e^{n'\varphi\sqrt{-1}}.$$

» Considérons en particulier le cas où la différence $k'-n'$ est notablement supérieure aux valeurs de l' pour lesquelles $\mathcal{E}_{l'}$ conserve une valeur sensible; et supposons encore que α reste sensiblement inférieur à l'unité. Alors, $\alpha^{k'}$ étant un petit nombre, la valeur approchée de s' tirée des formules (9) et (26) sera

$$s' = \mathcal{A}_{n'-l'-k'} = \frac{\mathcal{H}(1-\alpha^2)^{-\frac{1}{2}}}{\sqrt{\pi(k'-n'+l')}} \alpha^{k'-n'+l'} e^{(k'-n'+l')\varphi\sqrt{-1}},$$

ou encore, à très-peu près,

(27) $$s' = \frac{\mathcal{H}(1-\alpha^2)^{-\frac{1}{2}}}{\sqrt{\pi(k'-n')}} \alpha^{k'-n'+l'} e^{(k'-n'+l')\varphi\sqrt{-1}}.$$

Or, en substituant cette valeur approchée de s' dans la somme (24), et ayant égard à l'équation (13), on obtiendra la formule approximative

(28) $$\Sigma\left(1-\frac{l'}{n'}\right)\mathcal{E}_{l'}s' = \mathcal{L}(k'-n')^{-\frac{1}{2}} \alpha^{k'-n'} e^{(k'-n')\varphi\sqrt{-1}},$$

la valeur de $\mathcal{L}$ étant déterminée par le système des deux formules

(29) $$\left\{\begin{array}{l} \mathcal{L} = \dfrac{\mathcal{H}}{\sqrt{\pi(1-\alpha^2)}}\left[1-\dfrac{\varepsilon'}{2}\left(x'+\dfrac{1}{x'}\right)\right] e^{\frac{n'\varepsilon'}{2}\left(x'-\frac{1}{x'}\right)}, \\ x' = \alpha e^{\varphi\sqrt{-1}}. \end{array}\right.$$

» Soit maintenant Λ le module de $\mathcal{L}$, et $\aleph$ le module de la somme,

$$\Sigma\left(1-\frac{l'}{n'}\right)\mathcal{E}_{l'}s'_{l'}.$$

On aura, en vertu de la formule (28),

(30) $$\Lambda(k'-n')^{-\frac{1}{2}}\alpha^{k'-n'} = \aleph.$$

Or, de l'équation (30), dont le premier membre décroît sans cesse pour des

valeurs croissantes de la différence $k'-n'$, on déduirait sans peine la valeur approchée de cette différence, si l'on supposait connues les valeurs de 8 et de α. Pour y parvenir très-simplement, dans le cas où le module 8 est très-petit, il suffit d'observer que l'on tire de l'équation (30)

$$(k'-n')\,\mathrm{L}(\alpha^{-1}) + \tfrac{1}{2}\,\mathrm{L}(k'-n') = \mathrm{L}(8^{-1}\Lambda),$$

par conséquent

$$(31)\qquad k'-n' = \frac{\mathrm{L}(8^{-1}\Lambda)}{\mathrm{L}(\alpha^{-1})} - \frac{1}{2}\frac{\mathrm{L}(k'-n)}{\mathrm{L}(\alpha^{-1})},$$

puis d'appliquer à l'équation (31) la méthode des substitutions successives, en considérant

$$\frac{\mathrm{L}(8^{-1}\Lambda)}{\mathrm{L}(\alpha^{-1})}$$

comme la première valeur approchée de la différence

$$k'-n',$$

et déduisant chaque nouvelle valeur approchée de celle qui la précède, par la substitution de celle-ci dans le second membre de l'équation (31).

» Il importe d'observer que, pour de très-petites valeurs de ε', la première des formules (29) donne, à très-peu près,

$$(32)\qquad \Lambda = \frac{\mathcal{K}}{\sqrt{\pi(1-\alpha^2)}}\, e^{-\left(\frac{n'+1}{2}\frac{1}{\alpha} - \frac{n'-1}{2}\alpha\right)\varepsilon'\cos\varphi},$$

la valeur de $\mathcal{K}^2$ étant celle que fournit l'équation (25) de la deuxième Note. Observons encore que la valeur de 8, déterminée par la formule (30), dépend non-seulement du nombre $k'-n'$, mais aussi de l'argument ψ, dont α et Λ sont tous deux fonctions. Si, en attribuant à la différence $k'-n'$ une valeur constante, très-considérable, on fait varier l'angle ψ, le module 8 variera proportionnellement au produit

$$\Lambda\alpha^{k'-n'},$$

dont la plus grande valeur correspondra sensiblement à la plus grande valeur de α. En effet, les valeurs *maxima* de ce produit, considéré comme fonction de ψ, se déduiront de la formule

$$(33)\qquad \mathrm{D}_\psi\alpha + \frac{1}{k'-n'}\,\mathrm{D}_\psi\Lambda = 0;$$

et, pour de grandes valeurs de $k' - n'$, cette équation se réduira sensiblement à la suivante,

$$(34) \qquad \mathrm{D}_\psi \mathfrak{a} = 0,$$

c'est-à-dire à celle qui fournit les valeurs *maxima* de $\mathfrak{a}$. Ajoutons que, pour des valeurs croissantes de ψ, le produit

$$\Lambda\, \mathfrak{a}^{k'-n'}$$

croîtra, tant que le premier membre de la formule (33) sera positif, et que pour de très-grandes valeurs de $k' - n'$, le signe de ce premier membre est en même temps le signe de la dérivée $\mathrm{D}_\psi \mathfrak{a}$, excepté lorsque la valeur de ψ diffère peu de l'une de celles qui vérifient la formule (34).

» Si l'on assujettit le module $\mathfrak{s}$ à ne point dépasser une certaine limite supérieure, la résolution de l'équation (31) fera connaître la limite correspondante au-dessous de laquelle ne pourra s'abaisser la différence $k' - n'$. Si la limite assignée à $\mathfrak{s}$ est très-petite, la valeur correspondante de $k' - n'$, tirée de la formule (31), sera très-considérable, et le *maximum maximorum* de cette valeur, considérée comme fonction de ψ, répondra sensiblement au *maximum maximorum* du module $\mathfrak{a}$. Il en résulte qu'on peut déterminer à priori la valeur qu'il conviendra d'attribuer à k', pour que les formules précédentes fournissent une perturbation du moyen mouvement ou de l'un quelconque des éléments elliptiques avec un degré d'approximation donné.

» Concevons, pour fixer les idées, qu'il s'agisse d'obtenir, à une seconde près, la grande inégalité du moyen mouvement de la planète Pallas; savoir, celle qui est due à l'action de Jupiter et qui correspond à l'argument $18\,T' - 7\,T$, les deux lettres T, T' représentant les anomalies moyennes de ces deux planètes. Alors, comme nous l'avons vu dans la première Note, il suffira que l'erreur commise sur le module de $2\mathrm{A}_{n',\,-n}$ ne surpasse pas

$$\frac{3}{10^9}.$$

Il suffira donc que l'erreur commise sur le module de $\mathrm{A}_{n',-n}$ ne surpasse pas le rapport

$$\frac{1{,}5}{10^9},$$

et l'on pourra prendre, pour limite de $\mathfrak{s}$,

$$\mathfrak{s} = \frac{1{,}5}{10^9}.$$

D'autre part, si l'on cherche le *maximum maximorum* de $\mathfrak{a}$, on reconnaîtra qu'il répond à une anomalie excentrique de 230 degrés environ; et si l'on pose en réalité

$$\psi = 230 \text{ degrés},$$

on trouvera non-seulement, comme on l'a déjà dit dans la deuxième Note,

$$\mathfrak{a} = 0{,}645, \quad \mathfrak{b} = 0{,}000889,$$

et, par suite,

$$\mathfrak{K}^2 = \frac{2\mathfrak{a}\mathfrak{b}}{i'} = 0{,}1907, \quad \mathfrak{K} = 0{,}4361,$$

mais encore

$$\varphi = -26^\circ 9' 30'',$$

et, par suite, en vertu de la formule (32),

$$\Lambda = 0{,}05896.$$

Cela posé, l'équation (31) deviendra

$$k' - n' = 46{,}333 - 2{,}619\,\mathrm{L}(k' - n').$$

Or, cette dernière équation, résolue par rapport à $k' - n'$, donnerait à très-peu près

$$k' - n' = 42{,}13.$$

Donc, le *maximum* de l'erreur commise sur l'inégalité cherchée ne pourra être que d'environ une seconde sexagésimale, si l'on applique à la détermination de cette inégalité les formules (21) et (19), en supposant

$$k' - n' > 42,$$

ou, ce qui revient au même, puisque l'on a $n' = 18$,

$$(35) \qquad k' > 60.$$

» Si l'on veut appliquer à la détermination de l'inégalité cherchée, non plus les formules (21) et (19), mais les formules (23) et (6), alors, en raisonnant toujours de la même manière, on obtiendra sans difficulté la condition à laquelle k devra satisfaire pour que l'erreur commise soit d'environ une seconde sexagésimale, et l'on reconnaîtra que cette condition est

$$(36) \qquad k > 29.$$

» La condition (36) se trouve vérifiée lorsque dans la formule (23) on suppose la somme qu'indique le signe Σ étendue à toutes les valeurs de ψ qui représentent des arcs inférieurs à la circonférence et multiples d'un arc de 10 degrés. En effet, dans cette hypothèse, on a $k = 36$. Alors, en désignant par $\mathfrak{B}$ la partie réelle du produit

$$A_{n'} u^n (1 - \varepsilon \cos \psi),$$

et posant, en conséquence,

$$(37) \qquad A_{n'} u^n (1 - \varepsilon \cos \psi) = \mathfrak{B} + \mathfrak{C} \sqrt{-1},$$

on peut assez facilement déterminer les diverses valeurs de $\mathfrak{B}$ et $\mathfrak{C}$, à l'aide de la formule (6) jointe à l'équation (34) de la quatrième Note. En opérant ainsi, et calculant les valeurs des produits

$$10^9 \mathfrak{B}, \quad 10^9 \mathfrak{C},$$

correspondantes aux dix-sept termes de la progression arithmétique

$$140^\circ, \quad 150^\circ, \quad 160^\circ, \ldots, \quad 290^\circ, \quad 300^\circ,$$

on trouvera

pour $\psi = 140^\circ$,	$10^9 \mathfrak{B} = + \quad 6$,	$10^9 \mathfrak{C} = + \quad 11$;
150°,	$+ \quad 28$,	$- \quad 13$;
160°,	$- \quad 15$,	$- \quad 85$;
170°,	$- \quad 228$,	$- \quad 85$;
180°,	$- \quad 581$,	$+ \quad 351$;
190°,	$- \quad 492$,	$+ \quad 1766$;
200°,	$+ \quad 1652$,	$+ \quad 4184$;
210°,	$+ \quad 7753$,	$+ \quad 5469$;
220°,	$+ \quad 15902$,	$+ \quad 982$;
230°,	$+ \quad 17377$,	$- \quad 9445$;
240°,	$+ \quad 7720$,	$- \quad 15267$;
250°,	$- \quad 2200$,	$- \quad 9932$;
260°,	$- \quad 3664$,	$- \quad 2228$;
270°,	$- \quad 1241$,	$+ \quad 555$;
280°,	$+ \quad 10$,	$+ \quad 345$;
290°,	$+ \quad 75$,	$+ \quad 8$;
300°,	$- \quad 2$,	$- \quad 15$;
Sommes totales.	$+ \quad 42100$,	$- \quad 23399$.

Les valeurs des produits

$$10^9 \mathfrak{B}, \quad 10^9 \mathfrak{C},$$

qui correspondent aux autres termes de la progression arithmétique

(38) $$0^\circ,\ 10^\circ,\ 20^\circ,\ \ldots,\ 360^\circ,$$

seront sensiblement nulles; et, par suite, les sommes totales des diverses valeurs de $\mathfrak{B}$ et de $\mathfrak{C}$, correspondantes aux divers termes de la progression (38), seront respectivement

$$+\frac{42100}{10^9}, \quad -\frac{23399}{10^9}.$$

On aura donc

(39) $$\Sigma A_{n'},\ u^n(1-\varepsilon\cos\psi) = \frac{42100 - 23399\sqrt{-1}}{10^9}.$$

Donc la formule (21), dans laquelle on devra prendre $k=36$, donnera

(40) $$A_{n',-n} = \frac{11694 - 6500\sqrt{-1}}{10^{10}};$$

et par suite, si l'on pose, comme dans la première Note,

$$2A_{n',\,-n} = \mathfrak{N} e^{\Omega\sqrt{-1}},$$

on trouvera

$$\mathfrak{N} = \frac{26759}{10^{10}}, \quad \Omega = -29^\circ 3' 55''.$$

Soit maintenant R la fonction perturbatrice relative à la planète Pallas, et nommons ΔR la partie de cette fonction qui correspond à l'argument $\pm(n'T' - nT)$. On aura

$$\Delta R = A_{n',-n}\, e^{(n'T' - nT + \Omega)\sqrt{-1}} + A_{-n',n}\, e^{-(n'T' - nT + \Omega)\sqrt{-1}},$$

ou, ce qui revient au même,

(41) $$\Delta R = \mathfrak{N} \cos(n'T' - nT + \Omega).$$

De plus, en nommant μ le moyen mouvement de Pallas dans l'orbite ellip-

tique, on trouvera

$$D_t \Delta \mu = \frac{3m' n}{(n' \mu' - n \mu) a^2} D_t \Delta R,$$

ou, ce qui revient au même,

(42) $$D_t \Delta \mu = \frac{3m' n}{(n' \mu' - n \mu) a^2} \mathfrak{N} D_t \cos(n' T' - n T + \Omega);$$

puis on en conclura, en intégrant deux fois de suite, et conservant seulement dans chaque intégrale les termes périodiques,

$$\Delta \int \mu dt = \frac{3m' n}{(n' \mu' - n \mu)^2} a^2 \mathfrak{N} \sin(n' T' - n T + \Omega),$$

ou, à très-peu près,

(43) $$\Delta \int \mu dt = 3m' n a \left(\frac{\mu}{n' \mu' - n \mu}\right)^2 \mathfrak{N} \sin(n' T' - n T + \Omega).$$

En substituant dans cette dernière formule les valeurs de m', n, n', μ, μ', a, $\mathfrak{N}$ et Ω, on trouve non-seulement

(44) $$\Delta \int \mu dt = \frac{\mathfrak{N}}{0{,}0000000029515} \sin(18 T' - 7 T + \Omega),$$

mais encore

(45) $$\Delta \int \mu dt = (906'',6) \sin(18 T' - 7 T - 29^\circ 3' 55'').$$

Telle est la formule qui détermine, à une seconde près, la grande inégalité du moyen mouvement de Pallas, savoir, celle qui est due à l'action de Jupiter, et qui est du premier ordre par rapport aux masses.

NOTE SIXIÈME.

Sur les moyens de simplifier le calcul des inégalités périodiques des mouvements planétaires.

» Les calculs développés dans la cinquième Note peuvent encore être simplifiés à l'aide des nouvelles formules que j'ai données dans mes précédents Mémoires. Je me bornerai, pour le moment, à indiquer la simplification que produit une de ces formules, savoir l'équation (56) de la page 718.

» Conservons les mêmes notations que dans les Notes précédentes, et sup-

posons de plus que l'équation

$$(1) \qquad \upsilon^2 = 0$$

étant résolue par rapport à x', on nomme ξ' celle de ses racines qui offre le plus petit module au-dessus de l'unité. On aura identiquement

$$(2) \qquad \xi' = a^{-1} e^{\varphi\sqrt{-1}},$$

et υ, considéré comme fonction de x', aura pour facteur l'expression

$$\left(1 - \frac{x'}{\xi'}\right)^{-\frac{1}{2}}.$$

D'autre part, comme on aura

$$A_{n'} = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} \frac{u'^{-n'}}{\upsilon'} dT',$$

ou, ce qui revient au même,

$$A_{n'} = \frac{1}{2\pi} \int_{-\pi}^{\pi} x'^{-n'} \frac{1 - \varepsilon' \cos\psi'}{\upsilon} e^{\iota'\left(x' - \frac{1}{x'}\right)} d\psi',$$

la valeur de ι' étant

$$\iota' = \frac{n'\varepsilon'}{2},$$

on en conclura que $A_{n'}$ représente le coefficient de $x^{n'}$ dans le développement de la fonction

$$\frac{1 - \frac{\varepsilon'}{2}\left(x' + \frac{1}{x'}\right)}{\upsilon} e^{\iota'\left(x' - \frac{1}{x'}\right)}$$

en une série ordonnée suivant les puissances entières de x'. D'ailleurs, cette même fonction aura pour facteur

$$\left(1 - \frac{x'}{\xi'}\right)^{-\frac{1}{2}};$$

et, si l'on désigne l'autre facteur par $\mathcal{f}\left(x', \frac{1}{x'}\right)$, c'est-à-dire si l'on pose

$$(3) \qquad \mathcal{f}\left(x', \frac{1}{x'}\right) = \frac{\left(1 - \frac{x'}{\xi'}\right)^{\frac{1}{2}}}{\upsilon} \left[1 - \frac{\varepsilon'}{2}\left(x' + \frac{1}{x'}\right)\right] e^{\iota'\left(x' - \frac{1}{x'}\right)},$$

la formule (56) de la page 718 donnera

$$(4) \qquad A_{n'} = \xi'^{-n'} \mathcal{F}(\xi' - \xi'\nabla,\ \xi'^{-1} + \xi'^{-1}\Delta)\left[\tfrac{1}{2}\right]_{n'},$$

la lettre caractéristique Δ étant relative au nombre n', et la caractéristique ∇ étant liée à Δ par la formule

$$(5) \qquad \nabla = \frac{\Delta}{1 + \Delta}.$$

Si maintenant on développe le second membre de l'équation (4), en s'arrêtant aux premières puissances de Δ et de ∇, on trouvera sensiblement

$$(6) \qquad A_{n'} = s\, e^{\mathfrak{S}},$$

les valeurs de s et de $\mathfrak{S}$ étant

$$(7) \qquad \begin{cases} s = \left[\tfrac{1}{2}\right]_{n'} \mathcal{K}\,(1 - a^2)^{-\frac{1}{2}}\, \xi'^{-n'}, \\ \mathfrak{S} = c'\left(\xi' - \dfrac{1}{\xi'}\right) - \dfrac{\varepsilon'}{4}\left(\xi + \dfrac{1}{\xi'}\right) - \dfrac{1}{4n'}\, \dfrac{a^2}{1 - a^2}. \end{cases}$$

Or, de l'équation (6), jointe aux formules (2) et (7), on déduira directement la valeur de $A_{n'}$ correspondante à une valeur donnée de ψ, sans être forcé de calculer les diverses valeurs de $\mathcal{A}_{n'-l'}$, et de la transcendante de M. Bessel, comme on était obligé de le faire quand on avait recours à la formule (6) de la Note précédente. En appliquant ces formules à la recherche de la grande inégalité de Pallas, et posant, comme ci-dessus,

$$A_{n'} u^n (1 - \varepsilon \cos\psi) = \mathcal{B} + \mathcal{C}\sqrt{-1},$$

nous avons obtenu sans peine les diverses valeurs des produits

$$10^9 \mathcal{B}, \quad 10^9 \mathcal{C},$$

correspondantes aux valeurs de ψ que renferme la progression arithmétique

$$140^\circ, \quad 150^\circ, \ldots, \quad 300^\circ;$$

et nous avons trouvé

pour $\psi = 140°$,	$10^9\,\mathfrak{B} = + \quad 7$,	$10^9\,\mathfrak{C} = + \quad 11$;
$150°$,	$+ \quad 29$,	$- \quad 14$;
$160°$,	$- \quad 14$,	$- \quad 85$;
$170°$,	$- \quad 228$,	$- \quad 83$;
$180°$,	$- \quad 580$,	$+ \quad 354$;
$190°$,	$- \quad 492$,	$+ \quad 1764$;
$200°$,	$+ \quad 1650$,	$+ \quad 4186$;
$210°$,	$+ \quad 7748$,	$+ \quad 5467$;
$220°$,	$+ \quad 15894$,	$+ \quad 987$;
$230°$,	$+ \quad 17373$,	$- \quad 9440$;
$240°$,	$+ \quad 7720$,	$- \quad 15264$;
$250°$,	$- \quad 2198$,	$- \quad 9934$;
$260°$,	$- \quad 3663$,	$- \quad 2228$;
$270°$,	$- \quad 1240$,	$+ \quad 556$;
$280°$,	$+ \quad 9$,	$+ \quad 345$;
$290°$,	$+ \quad 75$,	$+ \quad 8$;
$300°$,	$- \quad 1$,	$- \quad 15$;
Sommes totales.	$+ \quad 42089$,	$- \quad 23385$.

D'après le tableau qui précède, on aura

$$\Sigma\, \mathrm{A}_{n'} u^n (1 - \varepsilon \cos \psi) = \frac{42089 - 23385\sqrt{-1}}{10^9},$$

et, par suite,

$$\mathrm{A}_{n', -n} = \frac{11692 - 6496\sqrt{-1}}{10^{10}}.$$

On en conclura

$$\mathfrak{N} = \frac{26750}{10^{10}}, \quad \Omega = -29°3'25''.$$

Donc, en vertu de la formule (44) de la cinquième Note, l'inégalité cherchée du moyen mouvement de Pallas sera

$$(8) \qquad \Delta \int \mu\, dt = (906'',3) \sin(18T' - 7T - 29°3'25'').$$

Cette dernière équation s'accorde parfaitement avec celle que nous avons obtenue dans la Note précédente. Elle s'accorde aussi avec les calculs de

M. Le Verrier, qui a trouvé

$$\Delta \int \mu\, dt = (895'') \sin (18 T' - 7 T - 29^\circ 4').$$

» Dans d'autres articles, je montrerai l'usage qu'on peut faire de mes autres formules générales pour obtenir des simplifications nouvelles. »

M. d'**Hombres-Firmas** adresse une Note sur la direction qu'il conviendrait de donner aux observations météorologiques pour en étendre l'utilité.

M. **Flourens** fait hommage à l'Académie de l'*Éloge historique d'Aubert Du-Petit-Thouars,* qu'il a lu dans la séance publique du 10 de ce mois.

RAPPORTS.

MINÉRALOGIE. — *Rapport sur un Mémoire de* MM. **Damour** *et* **Descloizeaux**.

(Commissaires, MM. Al. Brongniart, Dufrénoy, Beudant rapporteur.)

« L'Académie nous a chargés, M. Brongniart, M. Dufrénoy et moi, de lui rendre compte d'un Mémoire sur quelques arséniates naturels de cuivre, qui lui a été présenté par MM. Damour et Descloizeaux.

» Ce Mémoire a pour objet d'établir ou de vérifier, sur des échantillons parfaitement purs et bien cristallisés, la composition des espèces minérales nommées *olivénite, aphanèse, érinite* et *liroconite,* que les minéralogistes ont depuis longtemps distinguées, et d'en mieux préciser les caractères géométriques qu'on ne l'a fait jusqu'ici.

» M. Damour, déjà bien connu par de bons travaux d'analyse, auxquels il consacre tout le temps que lui laissent des occupations obligatoires, s'est chargé de l'examen chimique de ces matières, et M. Descloizeaux, minéralogiste aussi très-distingué, s'est chargé de la partie cristallographique.

» Nous ne parlerons pas des méthodes analytiques employées; elles sont fondées sur les connaissances les plus positives que nous ayons aujourd'hui, et, entre les mains d'un chimiste aussi exercé que M. Damour à ce genre de recherches, elles ne peuvent manquer de conduire à des résultats exacts. Voici ceux qu'elles ont donnés.

» Pour l'olivénite, l'analyse de M. Damour confirme purement et simplement celle de M. de Kobell, offrant seulement cela d'important, qu'elle a été faite sur des échantillons parfaitement purs.

» A l'égard des autres substances, le travail de M. Damour apporte quelques modifications aux résultats établis par divers auteurs. Ainsi, pour l'érinite, l'analyse de Turner, à la vérité approximative, conduisait à un arséniate formé de 5 atomes de base pour 1 atome d'acide, et M. Damour a trouvé 6 atomes contre 1. Dans le premier cas, l'eau devait entrer pour 2 atomes dans le composé, et l'analyse de M. Damour en a fourni 12 atomes.

» Dans la liroconite, M. Wachtmeister, par une analyse faite sur des matières fort impures, a trouvé 30 atomes d'eau, mais M. Damour en a trouvé 32, résultat qui nous paraît devoir être adopté, puisque la matière employée était pure. A cela près, les résultats sont les mêmes de part et d'autre.

» Quant à l'aphanèse, nous n'avions jusqu'ici qu'une analyse faite par Chenevix, et, par conséquent, à une époque où les moyens d'investigation étaient trop imparfaits pour donner des résultats exacts. A cet égard le travail de M. Damour est tout à fait neuf, et fournira un excellent caractère pour cette substance.

» Dans l'état actuel de la science, il faut évidemment adopter cinq espèces bien distinctes parmi les arséniates de cuivre que nous présente la nature, sans compter quelques matières du même genre qui demandent à être examinées de nouveau. Ces espèces sont :

» 1°. L'olivénite et l'euchroïte, qui présentent chacune un arséniate formé de 4 atomes de base contre 1 atome d'acide, et qui diffèrent par les quantités relatives d'eau : la première espèce en renfermant 1 atome ; la seconde 7 ou 8, ce qui reste indécis.

» 2°. L'aphanèse, l'érinite, la liroconite, qui se rapportent à une autre combinaison, 6 atomes de base pour 5 atomes d'acide, et qui se distinguent aussi par les quantités d'eau. Il y en a 3 atomes dans l'aphanèse, 12 dans l'érinite et 32 dans la liroconite. Cette dernière substance présente, en outre, de l'alumine qui est évidemment en combinaison, sans qu'on puisse dire positivement à quel état. M. Wachtmeister considère cette matière comme se trouvant dans le composé à l'état d'hydrate, et M. Damour la regarde comme étant à l'état d'arséniate. C'est cette dernière manière de voir qui nous paraît jusqu'ici la plus probable, car l'hydrate Al Aq qu'il faudrait admettre, d'après les résultats de M. Wachtmeister, n'est autre chose que la gibsite des minéralogistes, substance tout à fait insoluble dans l'ammoniaque, du moins sur les échantillons qui se trouvent dans nos collections. Il est probable qu'il en serait de même de l'hydrate, d'ailleurs peu probable, $Al^3 Aq^4$, qu'il faudrait adopter d'après l'analyse de M. Damour. Or, la liriconite se dissout en totalité dans l'ammoniaque, ce qu'elle a de commun avec tous les autres

arséniates de cuivre; par conséquent, l'alumine s'y trouve à un état qui permet sa solubilité. M. Damour suppose que l'arséniate pourrait être dans ce cas, et, d'après cela, la liroconite serait une combinaison hydratée d'arséniate de cuivre et d'arséniate d'alumine.

» Les substances dont nous venons de parler ne diffèrent pas moins par leurs caractères cristallographiques que par leurs caractères chimiques.

» La liroconite, l'olivénite et l'euchroïte peuvent être rapportées à des prismes droits rhomboïdaux, mais fort différents les uns des autres par leurs angles, qui sont de 107° 5′, 110° 47′, 107° 21′, et par les rapports de base à hauteur.

» L'aphanèse se rapporte à un prisme rhomboïdal oblique, et l'érinite à un rhomboèdre.

» M. Descloizeaux a décrit et figuré, avec beaucoup de soin, les cristaux de ces cinq espèces, et a fixé les dimensions relatives des formes primitives, tant d'après ses mesures directes que d'après celles de Mohs, de M. Phillips et de M. Haïdinger. Il a calculé les inclinaisons de toutes les formes secondaires qu'il a pu observer.

» Le Mémoire dont nous venons de rendre compte, et qui a pour objet des substances rares, qu'il est difficile surtout de se procurer à un état de pureté convenable pour des analyses, nous paraît être le résultat d'un travail très-bien fait. Nous proposons, en conséquence, à l'Académie de remercier les auteurs de leur communication et de les encourager par son approbation à étendre leurs recherches à une foule de minéraux qui ne laissent pas moins à désirer que ceux qu'ils viennent d'étudier. »

Les conclusions de ce Rapport sont adoptées.

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un correspondant qui remplira, dans la Section d'Astronomie, la place laissée vacante par le décès de M. *F. Baily*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant de 44,

M. Santini obtient.	39 suffrages.
M. Argelander.	3
M. Vico.	2

M. Santini, ayant ainsi réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé Correspondant de l'Académie.

MÉMOIRES LUS.

CHIMIE. — *Sur les combinaisons organiques azotées; par* M. Aug. Laurent.

« J'ai eu l'honneur de présenter à l'Académie, il y a quelques mois, les principes d'une nouvelle classification chimique. J'ai essayé, depuis cette époque, d'y ranger tous les corps connus; mais en arrivant aux bases organiques, j'ai rencontré dans le principe de grandes difficultés. La plupart de ces bases m'offraient une composition qui ne s'accordait pas avec mes idées. Présumant que les analyses de quelques-unes de ces bases n'étaient pas exactes, je commençai par examiner avec soin toutes celles qui ne renferment pas d'oxygène. Comme elles ont, en général, une composition assez simple et un poids atomique peu élevé, je pouvais compter davantage sur l'exactitude des analyses, et m'en servir comme d'une pierre de touche pour contrôler mes hypothèses.

» Les formules de ces bases, qui sont au nombre de douze environ, s'accordaient très-bien avec mes idées, à l'exception de trois. Soupçonnant que les formules de celles-ci étaient fausses, je refis l'analyse de l'une d'elles, je priai M. Gerhardt d'en analyser une autre, et nous arrivâmes au résultat que j'attendais.

» Passant ensuite aux bases oxygénées, je mis, d'un côté, toutes celles dont la formule s'accordait avec mes idées, et, de l'autre, celles dont la composition leur était contraire.

» En comparant ces deux groupes, je vis que le premier renfermait toutes les bases qui avaient été analysées récemment, celles qui étaient bien cristallisées et dont le poids atomique avait été déterminé; tandis que le second se composait des bases dont les analyses, à peu d'exceptions près, devaient paraître suspectes, soit parce qu'elles étaient anciennes ou que leurs formules avaient été calculées avec l'ancien poids atomique du carbone, soit parce que leur poids atomique n'avait pas été déterminé, ou enfin parce qu'elles n'étaient pas cristallisées. Je n'hésitai pas à en conclure que toutes les analyses de ces dernières étaient inexactes; j'en répétai immédiatement quelques-unes, et j'arrivai encore au résultat que j'avais prévu.

» Ayant découvert la cause de la loi à laquelle est soumise la composition de toutes les bases organiques, je m'aperçus aussitôt que cette loi devait s'appliquer à toutes les combinaisons azotées neutres, acides ou salines, et, de

conséquence en conséquence, j'arrivai précisément à la même conclusion que M. Gerhardt, c'est-à-dire à reconnaître que les équivalents de toutes les substances organiques, comparés à ceux des composés de la chimie minérale, sont de moitié trop élevés.

» Parmi les composés neutres et acides, j'ai encore rencontré quelques exceptions, j'ai fait de nouvelles analyses, et les résultats que j'ai obtenus me permettent de déclarer de la manière la plus positive que toutes les formules qui ne s'accordent pas avec la loi suivante reposent sur des analyses inexactes.

» 1°. Toutes les combinaisons qui renferment un nombre d'atomes d'azote divisible par 2 et non par 4 renferment aussi un nombre pair d'atomes d'hydrogène non divisible par 4.

» 2°. Si le nombre des atomes d'azote est divisible par 4, celui des atomes d'hydrogène l'est pareillement, ou bien il est nul.

» 3°. Si le composé renferme un ou plusieurs métaux, la somme des atomes de l'hydrogène et des métaux devra être comptée comme de l'hydrogène (*).

» 4°. Si la substance renferme à la fois du chlore, du brome, de l'iode, de l'hydrogène, ou seulement quelques-uns de ces corps, la somme de tous leurs atomes sera divisible par 4 ou par 2, suivant que l'azote sera divisible lui-même par 4 ou par 2.

» 5°. Les mêmes règles s'observent si le composé renferme de l'arsenic ou du phosphore au lieu d'azote.

» Des règles précédentes on peut conclure, d'une part, qu'aucune sub-

(*) On arrive ici forcément à une conséquence sur laquelle j'ai déjà appelé l'attention des chimistes, c'est que les atomes des métaux sont divisibles, et que *les éléments de ces atomes, en se réunissant dans telle ou telle proportion, donnent naissance à divers atomes ou équivalents doués de propriétés différentes*. Ainsi les sels de peroxyde de fer ne diffèrent pas des sels de protoxyde par la présence de l'oxyde qu'ils renferment, mais par le groupement des *éléments* métalliques. Les deux sulfates ne sont pas SO^4F et $S^3O^{12}F^2$, mais SO^4F et SO^4f; l'alun n'est pas $SO^4K + S^3O^{12}Al^2 + 24\,Aq$, mais $SO^4\begin{matrix}K^{\frac{1}{4}}\\ Al^{\frac{2}{4}}\end{matrix}$; le sel de M. Poumarède ne peut pas être $S^3O^{12}F^2 + 6SO^4F + 60\,Aq$, mais $63\,Aq$, c'est-à-dire, $SO^4\begin{matrix}F^{\frac{2}{3}}\\ f^{\frac{1}{3}}\end{matrix} + 7\,Aq$. Qui peut croire à l'existence d'un groupement qui renferme 24, 60 ou 63 Aq? c'est cependant la conséquence de la non-divisibilité des atomes. Cette note ne soulèvera pas, je l'espère, de réclamation; il y a très-longtemps que M. Ampère a admis la divisibilité des atomes; mais personne, que je sache, n'en a tiré la conclusion que j'ai soulignée.

stance organique ne peut se combiner avec 2 atomes d'hydrogène ou de chlore, et, de l'autre, que si l'azote devient nul, l'hydrogène doit toujours être divisible par 4. Il y a déjà deux ans que M. Gerhardt est arrivé à cette dernière conclusion.

» J'ajouterai que la plupart des analyses qui ne s'accordent pas avec les règles ne s'accordent pas davantage, quant au carbone et à l'oxygène, avec celles que M. Gerhardt a proposées.

» On trouvera sans doute que je donne mes conclusions avec trop de confiance; on pensera que je m'appuie sur une interprétation arbitraire des formules, et l'on me citera immédiatement le cyanogène et l'oxamide, dont la composition paraît ne pas s'accorder avec les règles précédentes.

» Ce n'est pas le moment de faire voir que la formule du cyanogène libre doit être doublée, de démontrer que ce corps, en se combinant avec l'hydrogène ou les métaux, se divise en deux, comme le chlore lorsqu'il se combine avec l'hydrogène.

» Il me suffira de dire que ma règle ne s'appuie sur aucune hypothèse, qu'elle est complétement indépendante de toute idée systématique sur l'arrangement des atomes; elle s'applique à 4 volumes de vapeur, comme le fait voir le tableau suivant :

Hydrogène	H^4
Azote	Az^4
Chlore	Cl^4
Acide hydrochlorique	$H^2 Cl^2$
Cyanogène	$C^8 Az^4$
Acide hydrocyanique	$C^4 Az^2 H^2$
Acide cyanique	$C^4 Az^2 H^2 O^2$
Cyanate d'ammoniaque	$C^4 Az^4 H^8 O^2$
Hydrochlorate d'ammoniaque	$Cl^2 H^8 Az^2$
Hydrocyanate d'ammoniaque	$C^4 Az^4 H^8$
Ammoniaque	$H^6 Az^2$
Chlorammile (*)	$Cl^6 Az^2$
Iodammèle (*)	$I^4 H^2 Az^2$
Kaliamide	$K^2 H^4 Az^2$
Nitrate d'ammoniaque	$H^8 Az^4 O^6$
Aniline	$C^{24} H^{14} Az^2$
Chloraniline	$C^{24} H^8 Cl^6 Az^2$
Nicotine	$C^{20} H^{14} Az^2$

(*) Et non chlorammoniaquise et iodammoniaquèse, comme M. Bineau me le fait dire.

Leukol (*)......................	$C^{36}H^{14}Az^{2}$
Chlorure de cyanogène...........	$C^{4}Az^{2}Cl^{2}$
Acide carbamique................	$C^{4}H^{6}Az^{2}O^{4}$
Carbamate d'ammoniaque.........	$C^{4}H^{12}Az^{4}O^{4}$
Uréthylane	$C^{8}H^{10}Az^{2}O^{4}$
Nitrate de méthylène............	$C^{4}H^{6}Az^{2}O^{6}$
Acide oxamique.................	$C^{4}H^{6}Az^{2}O^{6}$
Oxalate d'ammoniaque...........	$C^{8}H^{20}Az^{4}O^{8}$
Oxamide.......................	$C^{8}H^{8}Az^{4}O^{4}$
Chlorure de kakodyle............	$C^{8}H^{12}Cl^{2}As^{2}$
Kakodyle	$C^{16}H^{24}As^{4}$
Sinamine......................	$C^{16}H^{12}Az^{4}$
Caféine	$C^{32}H^{20}Az^{8}O^{4}$
Mellon.......................	$C^{12}Az^{8}$
Acide hydromellonique (**).......	$C^{12}Az^{8}H^{4}O^{2}$

» Il existe quelques substances organiques dont le poids atomique n'a pas été déterminé ; on ne saurait donc en invoquer la composition contre ou en faveur des règles que je viens de donner. Ainsi la combinaison que le cyanogène forme avec l'hydrogène sulfuré paraît leur être contraire, puisqu'elle renferme 2 atomes d'azote et 4 d'hydrogène C^4Az^2, H^4S^2 ; mais toutes les réactions prouvent que cette formule doit être doublée. Pour le faire voir, je suis obligé de démontrer d'abord que l'acide oxalique est bibasique, ou, si l'on veut, que la formule que l'on donne ordinairement à cet acide ne correspond qu'à 2 volumes de vapeur. En effet, l'éther oxalique C^4O^3, OC^8H^{10} n'occupe que 2 volumes ; l'expérience a prouvé jusqu'à ce jour que les acides hydratés occupent le même volume que leurs éthers ; il y a des oxalates doubles et des oxalates acides : l'acide oxalique, comme tous les acides bibasiques, forme des sels viniques; le bioxalate d'ammoniaque donne de l'acide oxamique C^8 ; l'acide oxalique se transforme en acide formique, etc. Donc la formule de l'oxamide doit être $C^8H^8Az^4 O^4$.

» Or, la combinaison du cyanogène avec l'hydrogène sulfuré n'est autre chose que de la sulfoxamide; en effet, sous l'influence des alcalis, elle se décompose en ammoniaque et en acide oxalique; de plus, le cyanogène et { l'oxyde d'hydrogène donnent de l'oxamide, ou, si l'on veut, de l'oxalate d'ammoniaque. / le sulfure » la sulfoxamide. }

(*) L'analyse a donné H^{16}, mais il y a certainement une erreur.

(**) Si la formule de cet acide était $C^{12}Az^8H^2$, ma règle serait en défaut. (*Voyez* les nouvelles observations de M. Gerhardt.)

» Si les règles précédentes sont vraies, il en résulte que l'amide H^4Az^2, l'ammonium H^8Az^2, le kakodyle $C^8H^{12}As^2$, l'éthyle, le méthyle, etc., ne peuvent pas exister. Cependant on connaît le kakodyle; mais il faut remarquer que la formule précédente ne correspond qu'à 2 volumes de vapeur, et que, par conséquent, si l'on parvient un jour à isoler l'amide, l'ammonium, l'éthyle, etc., on verra que les formules par lesquelles on représente ces corps devront être doublées. Cela ne peut pas être autrement, car l'amide, l'ammonium, le kakodyle, etc., ne remplacent que 2 volumes d'hydrogène; ils correspondent à 2 volumes métalliques, de même que le cyanogène, dans l'acide hydrocyanique, ne représente que 2 volumes de vapeur.

» La cause à laquelle il faut attribuer les rapports que j'ai signalés entre l'hydrogène et l'azote est extrêmement simple. Mais, pour la concevoir, il est indispensable d'adopter les équivalents atomiques de M. Gerhardt, équivalents qui ont l'avantage de simplifier considérablement les formules, et de rendre les mots atome, volume et équivalent synonymes.

» Divisons donc toutes les formules de la chimie organique en deux; alors mes règles se borneront à la suivante : *la somme de l'azote et de l'hydrogène est toujours un nombre pair.*

» Voyons maintenant comment se forment les substances organiques. De l'eau et de l'acide carbonique, H^2O et CO^2, voilà les éléments de tous les composés non azotés; ils doivent donc toujours renfermer un nombre pair d'atomes d'hydrogène. Quant aux composés azotés, ils prennent l'azote, soit à l'ammoniaque, soit à l'acide nitrique. Si à une combinaison non azotée, qui renferme nécessairement un nombre pair d'atomes d'hydrogène, on ajoute 1, 3, 5, 7,... atomes d'ammoniaque H^3Az, il en résultera une combinaison qui, pour un nombre impair d'atomes d'hydrogène, renfermera un nombre impair d'atomes d'azote; et, s'il s'en sépare en même temps 1, 2, 3, 4,... atomes d'eau, l'azote et l'hydrogène présenteront toujours l'un et l'autre un nombre impair.

» Si la substance organique absorbe 2, 4, 6, 8,... atomes d'ammoniaque, on aura une nouvelle combinaison qui renfermera un nombre pair d'atomes d'hydrogène et d'azote, qu'il s'en sépare ou non de l'eau. Ce serait la même chose si la substance organique absorbait 1, 3, 5,... atomes d'acide nitrique $AzHO^3$, qu'il s'en séparât ou non de l'eau, de l'acide carbonique, etc. (1).

(1) Il faudrait aller plus avant et chercher aussi pourquoi l'ammoniaque et l'acide azotique présentent eux-mêmes ces rapports. On en trouverait sans doute la cause dans la constitution de l'hydrogène, de l'azote, du chlore, du brome, etc., dont les molécules sont binaires.

» La règle que je viens de donner, en y joignant les équivalents de M. Gerhardt, rendra, je l'espère, un grand service à la chimie, puisque, une analyse étant donnée, elle permettra de déterminer plus rigoureusement la formule qui y correspond.

» Les analyses si nombreuses que les chimistes les plus habiles ont faites, dans ces derniers temps, sur la fibrine, l'albumine, la caséine, etc., et toutes les autres matières organiques de cette espèce, ont conduit à des formules dont aucune ne s'accorde avec ma règle.

» Personne, je l'espère, ne me les opposera pour en conclure que cette règle est fausse. Je désire que les chimistes qui pensent que la détermination exacte de la formule de ces substances doit avoir une grande importance pour l'étude de la physiologie, ne se laissent pas arrêter par une ou deux exceptions apparentes, et ne rejettent pas les règles de M. Gerhardt et les miennes sans les avoir examinées avec tout le soin que réclame ce sujet.

» J'aurais voulu pouvoir donner aujourd'hui les nouvelles analyses que j'ai faites des composés dont la formule ne s'accordait pas avec mes règles; mais, comme il me reste encore un ou deux corps importants à examiner, j'attendrai que les analyses en soient faites avant de présenter tous mes résultats à l'Académie. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

(Pièces dont il n'a pas été donné communication à la séance du 17 mars.)

PHYSIQUE. — *Extrait d'un Mémoire de* M. Boutigny, *contenant des expériences destinées à prouver que les corps à l'état sphéroïdal réfléchissent presque complétement le calorique rayonnant.*

(Commissaires, MM. Arago, Dumas, Pelouze, Regnault.)

« ...... Je prie l'Académie de me permettre de lui faire connaître les expériences qui servent de base à cette proposition; elle jugera si elle a quelque solidité et si elle est digne de fixer un instant son attention.

» *Première expérience.* — On fait rougir une capsule en platine, et, au moyen d'un support, on place la boule d'un tout petit matras, contenant 1 centimètre cube d'eau, à $0^{m},002$ du fond de la capsule. Le calorique rayonnant se combine à la paroi du matras, celle-ci échauffe la première couche d'eau qui est remplacée par une autre, etc., et l'eau ne tarde pas à bouillir avec beaucoup de force.

» *Deuxième expérience.* — La capsule étant rouge, on y verse une cer-

taine quantité d'eau qui passe à l'état sphéroïdal. On plonge la boule du matras qui a servi dans l'expérience précédente au milieu du sphéroïde, et aucun signe d'ébullition ne se manifeste dans l'eau qu'il contient; donc les rayons calorifiques ne traversent pas le sphéroïde, donc ils sont réfléchis. S'il en était autrement, les rayons rencontrant la paroi du matras l'échaufferaient comme dans l'expérience précédente, l'eau finirait par entrer en ébullition, et *jamais cela n'a lieu*.

» *Troisième expérience.* — La même que la précédente. Mais avant de placer le matras dans le sphéroïde, on projette dans celui-ci de la sciure de bois, de la limaille de fer, du sable, du verre pilé, ou toute autre substance insoluble, et l'eau du matras ne bout pas plus dans cette expérience que dans la deuxième; donc les rayons calorifiques sont réfléchis.

» *Quatrième expérience.* — On délaye du noir de fumée dans de l'eau pure pour en faire une bouillie claire, et on la projette dans une capsule rouge de feu pour la faire passer à l'état sphéroïdal; puis on plonge dans le sphéroïde la boule du matras qui a servi dans les expériences précédentes, et l'eau qu'il contient reste toujours sans bouillir; donc les rayons calorifiques sont réfléchis.

» S'ils ne l'étaient pas, ne seraient-ils pas absorbés par le noir de fumée qui est le corps le plus absorbant que l'on connaisse, et l'eau, celle-là même qui contient le noir de fumée, ne devrait-elle pas entrer assez vite en ébullition? Et pourtant *cela n'a jamais lieu*.

» Et puis la boule d'un thermomètre, plongée dans la bouillie de noir de fumée à l'état sphéroïdal, indique précisément la température de l'eau à l'état sphéroïdal $+ 96°,5$.

» *Cinquième expérience.* — On fait rougir une capsule dans la moufle d'un fourneau à coupelle, et l'on y verse une certaine quantité d'eau contenant du noir de fumée, et cette eau ne bout pas plus que dans les expériences précédentes, et cependant toute sa surface, dans celle-ci, est soumise à l'action de la chaleur rayonnante; donc elle est réfléchie.

» Mais il reste à savoir si le calorique est réfléchi par l'atmosphère des sphéroïdes, ou simplement par la surface de ceux-ci, ou bien encore s'il pénètre d'une petite quantité dans le sphéroïde d'où il est ensuite réfléchi. Tel est maintenant le problème intéressant qu'il s'agit de résoudre et qui me paraît appartenir à l'analyse mathématique, plus qu'à la physique expérimentale. »

PHOTOGRAPHIE. — *Nouveau procédé pour la préparation d'un papier photogénique.* (Note de M. Gaudin.)

(Commissaires, MM. Arago, Dumas, Regnault.)

« Exposez une feuille de papier blanc quelconque, pendant *une minute*, à la vapeur de l'acide chlorhydrique fumant, puis passez à sa surface, avec un pinceau dont l'attache ne soit pas en métal, une *solution presque saturée de nitrate d'argent neutre*, et laissez sécher. C'est le papier prêt à servir.

» Placez ensuite la feuille de papier *sec* au foyer d'une chambre obscure. Au sortir de la chambre obscure il n'y aura aucune trace visible de l'image; mais si vous mouillez le papier impressionné avec une solution *presque saturée de sulfate ferreux* (1) *légèrement acidulée par de l'acide sulfurique*, l'image apparaîtra immédiatement.

» Pour fixer l'image il faudra la laver à grande eau, puis avec de l'eau contenant $\frac{1}{10}$ d'ammoniaque caustique, ce qui la rendra désormais invariable. Si les blancs avaient une légère teinte jaune, il faudrait, avant de faire sécher, laver de nouveau le papier dans de l'eau acidulée par l'acide chlorhydrique.

» Les épreuves ainsi obtenues seront inverses, comme avec le papier de M. Talbot, et la sensibilité de ce nouveau papier est aussi la même.

» Pour reproduire ces images inverses dans leur vrai jour, on devra se servir du même papier, sans le passer dans le sulfate ferreux, et attendre, pour interrompre l'opération, que les bords du papier, qui débordent l'image inverse, soient devenus *noirs*.

» Les sels d'argent ammoniacaux, employés au lieu du nitrate d'argent ordinaire, donnent des papiers encore plus sensibles, mais la solution est moins stable. Cependant, pour la reproduction des images inverses, je me sers de papier préparé en passant de l'acétate d'argent ammoniacal sur du papier imprégné de gaz chlorhydrique, comme il a été dit.

» Le nitrate d'argent, préparé avec une pièce de monnaie, est excellent.

» J'ai exposé une image inverse au soleil pendant deux jours, sans qu'elle ait changé en rien.

» Pour reproduire les images inverses, il est nécessaire de vernir ces

---

(1) Sulfate de fer du commerce.

images, ce qui fait disparaître les inégalités du papier, donne plus de netteté et active singulièrement l'opération.

» Pendant la préparation des papiers, il faut opérer *à la clarté d'une bougie;* mais, dès qu'on a passé le sulfate ferreux, on peut faire les lavages ultérieurs au jour ordinaire d'une chambre.

» Je remets à une autre occasion les nombreuses observations que m'ont fournies ces papiers, quant à la continuation des impressions par la vapeur mercurielle, les verres de couleur et les désoxydants autres que le sulfate ferreux. »

CHIMIE. — *Action du phosphore sur une solution alcoolique de potasse; par* M. **Poggiale.**

(Commissaires, MM. Chevreul, Dumas, Pelouze.)

HYGIÈNE PUBLIQUE. — *Sur les accidents qu'éprouvent les ouvriers qui, dans les manufactures de papier peint, font usage du vert de Schwereinfurt* (verdet et acide arsénieux), *et sur le traitement à opposer à cet empoisonnement, qui résulte principalement de l'inspiration de la poussière arsenicale.* (Mémoire de M. **Blandet.**)

(Renvoi à la Commission précédemment nommée pour diverses communications relatives aux poisons minéraux, Commission à laquelle est adjoint M. Gay-Lussac.)

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Additions à un précédent Mémoire sur une machine à élever l'eau, imaginée par* M. **Quenard**; *modifications apportées par l'auteur à son premier appareil.*

(Commission précédemment nommée.)

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Supplément à un précédent Mémoire sur une nouvelle pompe hydraulique; par* M. **Mortera.**

(Commission précédemment nommée.)

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Supplément à une Note précédemment présentée sur une machine mise en jeu par les gaz liquéfiés.* (Note de M. **Aguinet.**)

(Commission précédemment nommée.)

M. Teyssèdre adresse une nouvelle Note sur son *thalassiomètre*, instrument destiné à mesurer la profondeur de la mer, dans des cas où les procédés ordinaires de sondage seraient peu ou point applicables.

(Commission précédemment nommée.)

M. Chenot fait une nouvelle communication relative à la *présence de l'arsenic dans les huiles de schistes*, et à un moyen économique qu'il propose pour la purification de ces huiles.

(Commission précédemment nommée.)

M. Fraysse adresse de Privas (Ardèche) un résumé des *observations météorologiques* qu'il a faites dans cette ville pendant les années 1843 et 1844.

(Commissaires, MM. Arago, de Gasparin.)

M. Delarue envoie de nouveaux tableaux des *observations météorologiques* qu'il fait depuis plusieurs années à Dijon. Ces observations et celles que M. Delarue avait précédemment adressées sont renvoyées à l'examen de la Commission nommée à l'occasion de la communication de M. Fraysse.

M. d'Arbois soumet au jugement de l'Académie un Mémoire ayant pour titre : *Influence que les défrichements peuvent exercer sur les inondations, et opinion sur la cause qui rend aujourd'hui les inondations plus fréquentes et les sources moins abondantes qu'autrefois.*

Ce Mémoire est renvoyé à l'examen de la Commission chargée de faire un Rapport demandé par l'administration sur la question des déboisements.

M. Patot présente trois Mémoires sur des questions d'économie rurale et d'économie domestique, savoir : sur la *culture des oliviers*, sur les *moyens de préserver les olives de la piqûre des vers*, et sur les *moyens de préserver les laines de l'attaque des teignes.*

(Commissaires, MM. Boussingault, de Gasparin, Payen.)

M. Gautier soumet au jugement de l'Académie plusieurs Notes relatives à diverses inventions concernant les *machines à vapeur.*

(Commission des machines à vapeur.)

M. **Herbst**, professeur à l'Université de Gœttingue, demande qu'un *ouvrage sur le système lymphatique*, dont il avait précédemment fait hommage à l'Académie, soit admis à concourir pour le prix de Physiologie expérimentale de la fondation Montyon.

Conformément à la détermination prise par l'Académie, relativement aux ouvrages présentés pour ce concours, M. Herbst indique les parties de son travail qui lui paraissent devoir fixer particulièrement l'attention de la Commission.

(Renvoi à la Commission du prix de Physiologie expérimentale.)

M. **Artur** rappelle que, dans un ouvrage sur la capillarité qu'il a précédemment présenté à l'Académie, il a traité diverses questions relatives aux phénomènes que M. *Boutigny* désigne sous le nom de *phénomènes de caléfaction*.

(Renvoi à la Commission chargée de faire un Rapport sur les nouvelles expériences de M. Boutigny.)

M. **Collas** prie l'Académie de vouloir bien hâter le travail de la Commission chargée de faire un Rapport sur sa *machine à sculpter*.

(Renvoi à la Commission nommée.)

M. **Rabet** adresse une semblable demande relativement à une Note qu'il a précédemment présentée sur une *méthode pour enseigner à lire aux sourds-muets*, et pour *rectifier la prononciation des bègues*.

(Commission précédemment nommée.)

M. **Marville** demande, de même, qu'il soit fait un Rapport sur une Note qui lui est commune avec M. *Scipion* et qui a rapport à une machine à air comprimé.

(Cette Lettre est renvoyée à M. Seguier, qui avait été chargé de prendre connaissance de la Note présentée par M. Scipion.)

(*Pièces de la séance du 24 mars.*)

BOTANIQUE. — *Mémoire sur un fait singulier de la physiologie des racines; par* M. **Durand**. (Extrait par l'auteur.)

(Commission nommée pour un Mémoire de M. Payer sur le même sujet. M. Ad. Brongniart y est adjoint.)

« Le 23 février 1829, M. Pinot annonça à l'Académie que des graines de *Lathyrus odoratus*, qu'il faisait germer sur le mercure, avaient enfoncé leurs radicules dans ce métal d'une quantité telle, que l'action de la pesanteur ne suffisait plus pour expliquer ce phénomène, et qu'il fallait recourir à une force vitale particulière. M. Dutrochet, qui répéta l'expérience quelques mois après, ne vit point s'opérer la pénétration telle que l'avait observée M. Pinot, et soutint, contrairement à lui, que la radicule ne s'enfonce jamais au delà de ce qu'exige le poids de la graine. Les Commissaires de l'Académie se joignirent à l'avis de M. Dutrochet. Mais M. Mulder, à peu près à la même époque, était arrivé à des résultats opposés, et M. de Candolle écrivait, en 1832, que le fait de M. Pinot était « l'objection la plus grave que » l'on pût opposer à la théorie de Knight (1) ». Enfin, un jeune physiologiste ayant vu se passer les choses de la même manière que MM. Pinot et Mulder, a cru, récemment, devoir appeler de nouveau l'attention des savants sur les faits observés par ces auteurs, et sur les conséquences qu'ils en avaient tirées.

» J'avais toujours vu là, au contraire, une de ces expériences trop légèrement faites et illégitimement imposées à la science, dont elles faussent ou paralysent les inductions : un fait à rayer des catalogues physiologiques. Le présent travail a été entrepris dans le but de vérifier cette conjecture. Voici quelles en sont les conclusions :

» 1°. Si une graine en état de germination est fixée à un support quelconque au-dessus du mercure, sa radicule descend verticalement, déprime le mercure, et s'y enfonce jusqu'à une profondeur de 3, 4 centimètres et même plus.

» 2°. Si une graine est placée librement sur la surface du métal liquide, il peut arriver deux cas, savoir :

» A. La graine gagne les bords de la surface métallique, et sa radicule

(1) *Physiologie végetale*, tome II, page 827.

s'enfonce entre le mercure et le verre, jusqu'à une profondeur que je regarde comme indéfinie. Ce phénomène n'a d'autre cause que la fixation de la radicule contre le verre par la poussée latérale du mercure, et l'accroissement de la radicule en longueur, accroissement entièrement terminal, ainsi que tant d'auteurs l'ont fait voir.

» B. La graine reste éloignée des bords en pleine surface liquide, et ce cas lui-même donne lieu à deux autres.

» *a*. Ou la surface reste parfaitement liquide et nette, et alors il ne se produit rien autre que ce qu'avaient observé M. Dutrochet et les Commissaires de l'Académie.

» *b*. Ou il se forme une couche plus ou moins résistante à la surface du mercure. Cette couche, dont la substance est empruntée aux principes solubles des graines elles-mêmes, est intimement adhérente à la surface métallique; elle fixe les graines et leurs radicules plus ou moins complétement sur celle-ci, et les place, par conséquent, dans le cas cité 1°. Alors les radicules pénètrent comme l'ont dit MM. Pinot et Mulder.

» Enfin, si les graines du *Polygonum fagopyrum* paraissent faire exception aux faits observés, c'est parce qu'elles ne cèdent à l'eau qu'une quantité très-faible ou presque nulle des principes solubles. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Observations sur les organes de la circulation chez les Mollusques; par* M. SOULEYET.

« En exposant, dans la séance précédente, le résultat de leurs recherches sur *la constitution de l'appareil circulatoire chez les Mollusques* (1), et en rappelant, à cette occasion, les divergences d'opinion qui existent, sur ce point, au sujet des Éolides, MM. Milne Edwards et Valenciennes ont pu, involontairement sans doute, induire à croire que la question en litige entre M. de Quatrefages et moi était la même que celle qui vient d'être portée par ces deux savants professeurs devant l'Académie. Il me paraît donc nécessaire de faire ressortir la différence qui existe entre cette dernière question et la théorie du *phlébentérisme* que j'ai combattue.

» Les faits exposés par MM. Milne Edwards et Valenciennes tendent à établir que *l'appareil vasculaire est toujours plus ou moins incomplet chez les Mollusques*, contrairement à ce qu'on avait admis jusqu'à ce jour, et que,

(1) *Comptes rendus*, t. XX, p. 750.

dans une portion plus ou moins considérable du cercle circulatoire, les veines manquent toujours et sont remplacées par des lacunes ou par les grandes cavités du corps. Mais, en définitive cependant, quelles que soient les voies suivies par le sang, ce liquide n'en exécute pas moins toujours le même circuit, c'est-à-dire qu'après avoir parcouru, au moyen des artères, les différentes parties du corps, il se rend aux organes de la respiration, et de ces organes au cœur; en un mot, la circulation n'en est pas moins toujours complète chez les animaux de ce type.

» Or, il n'en est pas de même chez les Mollusques *phlébentérés,* car M. de Quatrefages les définit : *des Mollusques gastéropodes à circulation* IMPARFAITE *ou* NULLE, *privés d'organes respiratoires proprement dits* (1). Et, en effet, l'on n'a pas oublié peut-être que l'appareil circulatoire manquerait complétement dans le plus grand nombre de ces Mollusques ou serait réduit à un état d'imperfection extrême, se composant d'un cœur seulement, sans artères ni veines.

» La circulation *semi-vasculaire et semi-lacunaire,* mais complète, qui existerait chez les Mollusques, d'après les recherches récentes de MM. Milne Edwards et Valenciennes, ne peut donc pas être confondue avec *l'absence complète de la circulation* ni avec la *circulation imparfaite* qui aurait été observée chez les *Phlébentérés* par M. de Quatrefages.

» Mais là n'est pas encore toute la différence, et, à côté de ce fait, l'absence des appareils de la circulation et de la respiration se trouve, dans le *phlébentérisme,* un autre fait pour ainsi dire parallèle, savoir, l'intervention du tube digestif dans l'exercice de ces deux fonctions, ce qui constitue essentiellement cette théorie.

« Le caractère le plus général de ce groupe (les *Phlébentérés*) consiste en
» ce que l'intestin, au lieu de former un simple tube, donne naissance à un
» appareil particulier, très-compliqué, désigné par M. Edwards sous le
» nom d'*appareil gastro-vasculaire.* Ce nom même indique quelles sont ses
» fonctions. En effet, il semble destiné à remplir à la fois le rôle d'organe
» digestif et celui d'*organe circulatoire* (2). »

» L'intestin ne remplace pas seulement les organes de la circulation dans la théorie du *phlébentérisme;* ainsi que je l'ai fait voir ailleurs (3), les fonc-

---

(1) Mémoire sur les Gastéropodes phlébentérés. (*Annales des Sciences naturelles,* 3e série, tome I, page 171.)

(2) De Quatrefages, *Moniteur* du 17 novembre 1844.

(3) *Comptes rendus,* t. XX, p. 84.

tions de la respiration lui sont également dévolues, et M. de Quatrefages a très-nettement exprimé cette triple aptitude fonctionnelle du tube digestif en disant que chez les *Phlébentérés, la fonction de la digestion se confond avec celles de la respiration et de la circulation, ce qui,* ajoute-t-il, *forme le caractère dominateur de ce groupe* (1). Je rappellerai que c'est cette simplification extrême qui aurait lieu dans l'organisation de ces Mollusques, et qui les abaisserait presque au niveau des derniers Zoophytes, que j'ai surtout combattue dans la théorie du *phlébentérisme.*

» Je ne dissimulerai pourtant pas que les recherches de MM. Milne Edwards et Valenciennes sembleraient venir à l'appui d'une des assertions émises par M. de Quatrefages, *l'absence complète du système veineux dans des Mollusques qui auraient un cœur et des artères.* Les faits communiqués à l'Académie tendent à prouver, en effet, que les veines pourraient manquer complétement dans certains Mollusques, ce qui aurait lieu, par exemple, chez les Aplysies, les Dolabelles, les Notarches, etc. Mais il me paraît certain que les deux savants académiciens n'ont voulu désigner ainsi que le système veineux général, car l'existence du système veineux branchial est incontestable dans ces Mollusques; sous ce rapport, il y aurait donc déjà une différence très-grande entre l'appareil circulatoire des Aplysies, Dolabelles, Notarches, etc., et celui des Éolides, qui n'auraient aussi plus de veines d'après M. de Quatrefages, mais chez lesquelles le sang passerait des artères dans la cavité abdominale et de là dans un ventricule communiquant directement avec cette cavité.

» Quant à l'absence complète du système veineux général chez ces mêmes Mollusques (les Aplysies, les Dolabelles, etc.), je ne puis rien dire à ce sujet, n'ayant pu compléter encore mes recherches sur ces différents genres; j'espère donc revenir plus tard sur cette question. Mais, quoi qu'il en soit de l'absence ou de la présence d'un système veineux dans les Aplysies, les Dolabelles, etc., cela ne peut modifier en aucune manière mes observations sur les Éolides, et je crois être en mesure de démontrer, contrairement aux assertions de M. de Quatrefages, que le cœur ne communique pas, chez ces Mollusques, avec la cavité abdominale, qu'il existe un système veineux branchial, et qu'il est possible d'isoler des vaisseaux veineux qui se portent des organes intérieurs vers l'enveloppe externe; je fournirai aussi des preuves décisives des autres erreurs que j'ai relevées.

» J'espère que la Commission ne me fera pas attendre plus longtemps

---

(1) *Comptes rendus*, t. XIX, p. 192.

l'occasion de mettre sous ses yeux ces preuves, qui lui permettront de se prononcer immédiatement devant l'Académie. »

M. **Valenciennes** fait observer, à l'occasion de cette communication, que M. Milne Edwards et lui n'avaient pas à dessein traité, dans leur Mémoire, des Éolides et des genres voisins, parce que cette question est renvoyée à une Commission de l'Académie, dont ils font tous deux partie.

CHIMIE. — *Recherches sur les produits de la distillation sèche du butyrate de chaux; par* M. G. **Chancel**. Troisième Mémoire. (Extrait par l'auteur.)

(Commission précédemment nommée.)

« Après avoir étudié successivement, dans deux Mémoires (*), les différents produits qui prennent naissance dans la décomposition du butyrate de chaux sous l'influence de la chaleur, mon attention a dû se porter, avant tout, sur les métamorphoses de ces composés en présence de quelques réactifs. Cette marche est, en effet, la seule qui puisse conduire à la connaissance de la constitution de la butyrone et de l'aldéhyde butyrique, en mettant en évidence leur véritable nature chimique par la composition des combinaisons qui en dérivent. Mais ce sujet se trouve hérissé de difficultés: les différentes substances que l'on obtient, quelquefois en quantité très-minime, sont fréquemment souillées par des produits secondaires dont la formation a lieu simultanément; et ces produits, souvent en quantité notable, masquent, par leur présence, le produit fondamental de la réaction. Lorsque, enfin, on soumet ces composés à différentes méthodes de purification, ils disparaissent quelquefois en totalité, entraînés par les impuretés elles-mêmes; l'on perd ainsi le fruit d'un travail toujours long et pénible. Ces difficultés, jointes à la faible quantité de matière première que j'avais à ma disposition, m'ont souvent arrêté dans le cours de mes recherches; je me suis vu forcé, dans plusieurs cas, à ne faire qu'une étude superficielle sur des combinaisons intéressantes et qui méritaient toute mon attention. J'espère donc que les chimistes, prévenus des obstacles contre lesquels j'ai eu à lutter, m'excuseront de publier un travail qui présente des lacunes nombreuses, que je me réserve d'ailleurs de combler, aussitôt que j'aurai pu me procurer une quantité suffisante de butyrate de chaux.

(*) Voyez *Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences,* tome XVIII, p. 1023, et tome XIX, p. 1440.

Combinaisons butyryliques chlorées.

» L'action si intéressante du chlore sur l'alcool m'a conduit à examiner avec détail divers composés, que l'on obtient en faisant agir du chlore sec sur quelques dérivés de l'acide butyrique et notamment sur le butyraldéhyde.

» Le chlore gazeux, comme on le sait, en agissant sur l'alcool, commence par lui enlever 2 équivalents d'hydrogène à l'état d'acide chlorhydrique et transforme, pour ainsi dire, l'alcool en aldéhyde acétique; mais il déplace simultanément 3 équivalents d'hydrogène de cet aldéhyde, auxquels il se substitue atome pour atome. On obtient ainsi le chloral, composé sur lequel le chlore cesse d'agir. En comparant la composition de cette substance avec celle de l'acide chloracétique de M. Dumas, qui représente le produit final de l'action du chlore sur l'acide acétique, on voit que le chloral ne diffère de l'acide chloracétique que par 2 équivalents d'oxygène en moins et peut, pour cette raison, être considéré comme l'aldéhyde de l'acide chloracétique :

L'aldéhyde........	$C^4 H^4 O^2$;	Le chloral..........	$C^4 (H, Cl^3) O^2$.
L'acide acétique....	$C^4 H^4 O^4$;	L'acide chloracétique.	$C^4 (H, Cl^3) O^4$.

» Si l'on n'est pas parvenu à obtenir le chloral par l'action directe du chlore sec sur l'aldéhyde, on doit uniquement l'attribuer, comme le pense M. Liebig, à la grande instabilité de l'aldéhyde, dont les éléments se convertissent trop rapidement en d'autres produits. Aussi n'obtient-on, de cette manière, qu'un mélange de chloral avec d'autres combinaisons chlorées.

» L'aldéhyde butyrique n'entrant en ébullition qu'à la température de 95 degrés et présentant, d'ailleurs, une stabilité bien plus grande que l'aldéhyde acétique, j'ai pensé que l'action du chlore sur ce composé pourrait me conduire à quelques résultats intéressants, et faire ressortir par quelque analogie nouvelle la similitude déjà si prononcée entre l'acide butyrique et l'acide acétique. Voici l'exposé succinct du résultat de mes expériences.

» Le chlore agit d'une manière très-énergique sur l'aldéhyde butyrique; une partie de l'hydrogène est enlevée sous forme d'acide chlorhydrique, tandis que du chlore est fixé sur la substance. On obtient ainsi plusieurs composés, tous dérivés, par substitution, du produit primitif qui leur a donné naissance, et ces nouvelles combinaisons présentent une relation intime avec les acides butyriques chlorés dérivés de l'acide butyrique monohydraté. L'action du chlore présente d'ailleurs plusieurs phases assez nettement tranchées, et dont chacune correspond à un composé particulier. Elle varie suivant que l'on

opère à la lumière diffuse, ou sous l'influence de la radiation solaire, à la température ordinaire ou avec l'application de la chaleur.

» Je passe à l'histoire de ces combinaisons chlorées.

» 1°. *Butyraldéhyde monochloré.* — Lorsqu'on fait passer un courant de chlore bien desséché dans l'aldéhyde butyrique, en ayant soin d'opérer à la lumière diffuse, le chlore est absorbé au commencement de l'action, sans qu'il se dégage de l'acide chlorhydrique. Le liquide s'échauffe et se colore légèrement en rouge; mais cette coloration ne tarde pas à disparaître, et le gaz chlorhydrique se dégage dès lors en abondance pendant tout le cours de l'opération. Après une action de deux heures environ, le chlore n'est plus absorbé; on a un produit fortement coloré en jaune, ce qui indique la présence d'un excès de chlore, car cette coloration persiste, même pendant plusieurs jours.

» On purifie le composé ainsi obtenu en le soumettant à l'action d'un courant rapide d'acide carbonique, à une température un peu inférieure à celle de son point d'ébullition : on chasse ainsi le chlore libre et l'acide chlorhydrique. Le produit, soumis alors à une ou deux distillations, peut être considéré comme pur.

» C'est un liquide limpide et incolore, brûlant avec une flamme bordée de vert; il est plus dense que l'eau, insoluble dans ce liquide, soluble en toute proportion dans l'alcool et l'éther. Sa dissolution alcoolique n'est pas troublée par le nitrate d'argent; son odeur est vive et pénétrante; il irrite les yeux et provoque le larmoiement. Il est en pleine ébullition à une température voisine de 141 degrés, et peut être distillé sans altération.

» *Composition.* — Le butyraldéhyde monochloré, soumis à l'analyse, a donné des résultats qui peuvent être exprimés par la formule

$$C^8(H^7, Cl)O^2.$$

Ainsi le butyral a perdu 1 équivalent d'hydrogène, qui a été remplacé par 1 équivalent de chlore.

» Ce composé chloré correspond, par sa composition, au chlorure de benzoïle; on a, en effet,

Butyral...........	$C^8H^7O^2, H$;	Butyraldéhyde monochloré.	$C^8H^7O^2, Cl$.
Essences d'amandes.	$C^{14}H^5O^2, H$;	Chlorure de benzoïle.....	$C^{14}H^5O^2, Cl$.

Mais les caractères dont il jouit ne permettent pas de l'assimiler aux composés benzoïliques; ainsi, par exemple, dissous dans l'alcool, le butyraldéhyde monochloré ne donne pas naissance à l'éther butyrique; et en le traitant par le gaz ammoniac, je n'ai pas réussi à le transformer en butyramide.

» 2°. *Butyraldéhyde bichloré.* — Ce composé résulte de la substitution de 2 équivalents de chlore à 2 équivalents d'hydrogène du butyral. On l'obtient en faisant passer du chlore, pendant trois heures environ, dans l'aldéhyde butyrique, et opérant constamment sous l'influence de la lumière solaire. On remarque un point d'arrêt dans l'action du chlore, qui indique que la seconde phase est à sa fin. On a ainsi un composé huileux, bouillant vers 200 degrés, et que l'on soumet au même mode de purification que la combinaison précédente. La composition du butyraldéhyde bichloré s'exprime par la formule

$$C^8(H^6, Cl^2)O^2.$$

» 3°. *Butyraldéhyde quadrichloré.* — Lorsque l'on continue à faire passer du chlore dans le produit précédent, en opérant toujours sous l'influence d'un soleil ardent, le dégagement de gaz chlorhydrique, qui était interrompu pendant quelque temps, recommence avec intensité, et l'on a une nouvelle période de l'action du chlore. Le gaz chlorhydrique se dégage pendant plusieurs jours, et il faut même chauffer légèrement le liquide, qui doit toujours être exposé au soleil, pour que l'action puisse être complète.

» On franchit ainsi le troisième terme de l'action du chlore sur le butyral, et le composé final résulte de la substitution de 4 équivalents de chlore à 4 équivalents d'hydrogène.

» La composition de cette substance s'exprime donc par la formule

$$C^8(H^4, Cl^4)O^2;$$

c'est un liquide visqueux, très-dense, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et l'éther. Il n'entre en ébullition qu'à une température très-élevée, et se décompose par la distillation.

» Il est à remarquer que, dans l'action du chlore sur l'acide butyrique monohydraté, les choses se passent tout à fait de la même manière. En opérant au soleil, MM. Pelouze et Gélis ont obtenu, comme premier produit, l'acide butyrique bichloré; l'acide butyrique monochloré manque à la série: probablement faudrait-il opérer à la lumière diffuse pour l'obtenir. Par l'action très-prolongée du chlore sur l'acide butyrique bichloré, les mêmes chimistes ont fini par avoir un acide quadrichloré; on franchit donc le troisième terme, comme dans le cas de l'action du chlore sur l'aldéhyde butyrique.

» En résumé, on peut dire que l'aldéhyde butyrique donne naissance, par l'action du chlore, à des composés chlorés dont chacun en particulier peut être considéré comme l'aldéhyde d'un acide chloré dérivé de l'acide butyrique. L'évidence de ce rapprochement ressortira mieux dans le tableau suivant :

Aldéhydes.		Acides correspondants.	
Butyraldéhyde	$C^8H^8O^2$	Ac. butyrique monohydraté.	$C^8H^8O^4$
Butyraldéhyde monochloré. .	$C^8(H^7, Cl)O^2$	Ac. butyrique monochloré. .	$C^8(H^7, Cl)O^4$ (inc.)
Butyraldéhyde bichloré	$C^8(H^6, Cl^2)O^2$	Ac. butyrique bichloré	$C^8(H^6, Cl^2)O^4$
Butyraldéhyde quadrichloré.	$C^8(H^4, Cl^4)O^2$	Ac. butyrique quadrichloré.	$C^8(H^4, Cl^4)O^4$

» Toutes ces combinaisons chlorées, dérivées du butyraldéhyde, sont neutres, comme la substance qui leur a servi de point de départ. Il serait curieux d'examiner l'action de quelques agents oxydants sur ces composés, afin de voir s'ils peuvent prendre 2 équivalents d'oxygène pour se transformer en un acide butyrique chloré correspondant. Je me propose de faire quelques expériences sur ce sujet.

» Le tableau précédent montre que le butyraldéhyde quadrichloré, produit final de l'action du chlore sur l'aldéhyde butyrique, correspond à l'acide butyrique quadrichloré, qui est le produit final de l'action du chlore sur l'acide butyrique. J'ai continué à faire passer du chlore dans le butyraldéhyde quadrichloré pendant plus d'une semaine, en opérant toujours sous l'influence de la radiation solaire (*); j'avais soin, en outre, de chauffer fréquemment le produit chloré, à l'aide de quelques charbons; mais l'absorption du chlore a été nulle. Ce produit paraît donc représenter le dernier terme de l'action du chlore sur le butyral.

» Toutefois, il serait possible qu'en changeant le mode d'opération, on obtînt un composé plus chloré; il faudrait, par exemple, introduire 1 ou 2 grammes de butyraldéhyde quadrichloré dans un flacon de 2 ou 3 litres, rempli de chlore sec, et exposer ensuite, pendant plusieurs jours, ce flacon bouché à la radiation solaire.

Butyrène chloré.

» Cette combinaison prend naissance par l'action du perchlorure de phosphore sur l'aldéhyde butyrique.

» Pour l'obtenir, il suffit de distiller une partie de butyral avec une partie et demie de perchlorure de phosphore, qu'il faut avoir soin d'ajouter par petites portions. Le butyral est immédiatement décomposé, il perd 1 équivalent d'eau et 1 équivalent d'oxygène; ce dernier est remplacé par du chlore. Aussitôt que le contact entre le perchlorure de phosphore et le butyral est établi,

---

(*) Ces expériences ont été faites à l'époque des fortes chaleurs de l'été, dans le courant de juillet 1844.

la température s'élève au point de faire entrer le liquide en ébullition, et il se dégage du gaz chlorhydrique en abondance. Après quelque temps, l'action devient beaucoup moins vive, et l'on est obligé de mettre quelques charbons sous la cornue pour achever la distillation. Lorsque le résidu noir qui se forme commence à se boursoufler, on arrête l'opération, et l'on soumet à quelques rectifications le produit liquide ainsi obtenu. Après l'avoir lavé à grande eau et agité à plusieurs reprises avec une solution de carbonate de potasse, on le distille une dernière fois sur du chlorure de calcium fondu; dans cet état, il peut être considéré comme pur ou à peu de chose près.

» *Propriétés.* — C'est un liquide incolore et très-fluide; il est doué d'une odeur particulière et assez vive; sa saveur est mordicante; il est insoluble dans l'eau et moins dense que ce liquide, soluble au contraire en toutes proportions dans l'alcool et l'éther; sa dissolution alcoolique, récemment préparée, n'est pas troublée par le nitrate d'argent; il est inflammable et brûle avec une flamme bordée de vert; il entre en ébullition à une température un peu supérieure à 100 degrés.

» *Composition.* — Plusieurs analyses de cette combinaison ont donné des résultats qui s'accordent avec la formule

$$C^8H^7Cl;$$

elle représente 4 volumes de vapeur.

» Ce composé pourrait donc, dans la théorie des radicaux composés, être envisagé comme une combinaison de chlore avec un radical hypothétique, le butyryle ($Bu = C^8H^7$), et recevoir la dénomination de *chlorure de butyryle* (BuCl). Mais il est sans doute plus simple et plus rationnel de considérer ce composé comme dérivé d'un hydrogène carboné, le butyrène de la forme $C^8H^8 = 4$ volumes, qui aurait gagné 1 équivalent de chlore en perdant 1 équivalent d'hydrogène. Ce composé, représenté alors par la formule $C^8(H^7, Cl)$, peut recevoir le nom de *butyrène chloré* ou celui de *chlorobutyrase*, dans la nomenclature de M. Laurent.

» Le chlorure d'aldéhydène [$C^4(H^3, Cl)$ chlorure d'acétyle], découvert par M. Regnault, est, dans la série acétique, le terme homologue du butyrène chloré dans la série butyrique.

» Lorsqu'on réfléchit à la manière dont le chlorure d'aldéhydène a été obtenu, il est facile de se convaincre que le chlorure de ditétryle découvert par M. Faraday, et dont la composition s'exprime par la formule

$$C^8H^8Cl^2 = C^8(H^7, Cl) + HCl,$$

peut être considéré comme un chlorhydrate de butyrène chloré analogue à la liqueur des Hollandais, ainsi que l'a déjà fait pressentir M. Gerhardt. Ce composé sera, je pense, susceptible de donner, sous l'influence d'une dissolution alcoolique de potasse, un produit identique avec celui que fournit l'action du perchlorure de phosphore sur l'aldéhyde butyrique. L'étude du butyrène promet, d'après cela, des résultats dignes d'intérêt; il est permis d'espérer, qu'avec ce carbure d'hydrogène, on obtiendra une série de combinaisons analogues à celles qui dérivent du gaz oléfiant. Je me livrerai à ces recherches lorsque je pourrai me procurer une quantité suffisante de carbure d'hydrogène de M. Faraday.

Acide butyronitrique.

» Jusqu'à présent, je ne sais rien de bien précis sur la composition de cet acide, et les notions que je possède sur les produits de sa décomposition sont loin d'être suffisantes pour que l'on puisse formuler une opinion décisive à l'égard de sa véritable constitution.

» Toutefois, il est probable que l'acide butyronitrique est un acide copulé (*) très-voisin, par sa nature, de celle de l'aldéhyde butyrique ou peut-être même de celle de l'acide butyrique. Ainsi, tous ces composés exhalent à un haut degré l'odeur caractéristique de l'acide butyrique; de plus, l'acide butyronitrique en dissolution dans l'alcool absolu, traité par la potasse, donne sous l'influence de la chaleur un composé qui présente une grande analogie avec l'éther butyrique ordinaire.

» Le composé nitrogéné que l'on obtient en traitant l'acétone par l'acide nitrique (nitrite d'oxyde de ptéléyle de M. Kane) semble, dans les mêmes circonstances, éprouver une décomposition semblable; j'ai du moins obtenu un composé qui paraît être de l'éther acétique.

» Mais cette réaction doit, dans l'un et l'autre cas, n'être présentée qu'avec beaucoup de réserve, et l'on ne devra y attacher quelque importance

(*) Je ferai remarquer que la butyrone et l'aldéhyde butyrique, traités par l'acide nitrique, donnent l'un et l'autre de l'acide butyronitrique; on peut donc comparer, jusqu'à un certain point, la formation de cet acide à celle de l'acide picrique, que l'on obtient par l'action de l'acide nitrique sur la salicine ou sur l'hydrate de phényle. Les formules relatives à l'acide butyronitrique libre et combiné, citées dans mon premier Mémoire, ne sont pas exactes, bien que la composition calculée s'accorde assez sensiblement avec les résultats de mes anciennes analyses. De nouvelles combustions faites, depuis cette époque, sur quelques combinaisons de cet acide, et entre autres sur le sel d'ammoniaque, conduisant à une formule qui ne paraît pas admissible, je crois devoir différer la publication des nouveaux résultats que j'ai obtenus.

que du moment où de nouvelles expériences auront jeté plus de lumière sur ce sujet.

Conclusions.

» J'espère avoir démontré, par les composés nouveaux qui ont été décrits dans les trois Mémoires que j'ai eu l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie, que l'analogie la plus parfaite existe entre les dérivés de l'acide butyrique et ceux de l'acide acétique. Non-seulement on remarque une similitude complète dans les réactions et les dédoublements auxquels donnent lieu les combinaisons de l'une et l'autre série; mais encore chaque terme de l'une d'elles a presque toujours son terme correspondant dans l'autre.

» Un simple coup d'œil jeté sur le tableau suivant suffira pour mettre ce parallélisme en évidence :

Série acétylique.		Série butyrylique.	
Gaz oléfiant; éthérène.	C^4H^4	Butyrène	C^8H^8
Chlorure d'aldéhydène.	$C^4(H^3, Cl)$	Butyrène chloré	$C^8(H^7, Cl)$
Liqueur des Hollandais.	$C^4(H^3, Cl)+HCl$	Chlorhydrate de butyrène chloré.	$C^8(H^7, Cl)+HCl$
Aldéhyde.	$C^4H^4+O^2$	Butyraldéhyde.	$C^8H^8+O^2$
Acétamide (inconnue). .	$C^4(H^3, Ad)+O^2$	Butyramide	$C^8(H^7, Ad)+O^2$
		Butyraldéhyde monochloré . .	$C^8(H^7, Cl)+O^2$
Chloral.	$C^4(H, Cl^3)+O^2$	Butyraldéhyde bichloré. . . .	$C^8(H^6, Cl^2)+O^2$
		Butyraldéhyde quadrichloré. .	$C^8(H^4, Cl^4)+O^2$
Acide acétique.	$C^4H^4+O^4$	Acide butyrique.	$C^8H^8+O^4$
		Ac. butyriq. monochloré (inc.).	$C^8(H^7, Cl)+O^4$
Acide chloracétique. . .	$C^4(H, Cl^3)+O^4$	Acide butyrique bichloré. . .	$C^8(H^6, Cl^2)+O^4$
		Acide butyrique quadrichloré.	$C^8(H^4, Cl^4)+O^4$

Produits de la distillation sèche.

Acétone.	$C^6H^6O^2$	Butyrone.	$C^{14}H^{14}O^2$.

Réactions.

$$\underbrace{2(C^4H^4O^4)}_{\text{Acide acétique.}} = \underbrace{C^6H^6O^2}_{\text{Acétone.}} + 2CO^2 + 2HO \qquad \underbrace{2(C^8H^8O^4)}_{\text{Acide butyrique.}} = \underbrace{C^{14}H^{14}O^2}_{\text{Butyrone.}} + 2CO^2 + 2HO.$$

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Note sur la turbine dite à double effet, de* MM. André Kœchlin et Cie; *par* M. **Marozeau**. (Extrait.)

(Commissaires, MM. Poncelet, Piobert, Morin.)

« MM. André Kœchlin et Cie ont donné le nom de *turbine à double effet* à un nouveau moteur hydraulique, pour lequel ils ont pris un brevet d'invention.

» Cette turbine a vivement excité l'intérêt des industriels, en leur offrant un moyen simple et économique d'utiliser les chutes d'eau, aussi bien, et mieux peut-être, que les moteurs hydrauliques reconnus jusqu'ici pour être les plus avantageux. La science elle-même a donné une sérieuse attention à cette découverte qui réclame une théorie nouvelle. Déjà elle a été l'objet de plusieurs publications, et les avis se sont partagés sur une des questions les plus importantes qui s'y rattachent, je veux parler de la hauteur à laquelle il convient de placer la roue au-dessus du niveau du bief inférieur.

» Dès l'origine, l'auteur de cette Note avait fixé son attention sur cette question intéressante, à l'égard de laquelle il se trouvait en désaccord avec les inventeurs et avec le comité de Mécanique de la Société industrielle de Mulhouse. Une réflexion prolongée l'ayant confirmé dans son opinion, il croit utile de la soumettre au jugement de l'Académie, et d'appeler son attention sur quelques expériences qui ont servi à l'établir.

» Mais pour faciliter l'intelligence de ce qui va suivre, rappelons, en quelques mots, en quoi consiste la turbine Kœchlin. Elle est formée d'une roue horizontale à aubes courbes, placées dans l'intérieur d'un tube vertical qui établit la communication entre les deux biefs. Immédiatement au-dessus de la roue, on a disposé un système fixe de courbes directrices, destinées à donner à la veine fluide la forme et la direction les plus convenables à l'effet que l'on veut produire. Enfin, le tube renfermant la turbine est terminé, à sa partie inférieure, par un coude rectangulaire entièrement plongé dans l'eau, et dont l'orifice de sortie est réglé par une vanne.

» Lorsque l'ouverture de cette vanne a les dimensions convenables, l'eau coule dans le tube, sans rupture, entraînant la turbine dans son mouvement.

» Dans les turbines exécutées jusqu'à ce jour, la roue a été placée à des distances variables au-dessus du niveau des eaux du bief inférieur. Les constructeurs ont annoncé, dans leur Notice, *que cette hauteur pouvait être arbitraire, mais qu'elle avait pour limite l'équilibre de la pression atmosphérique*.

» Toutes les circonstances de nos expériences se trouvent ainsi expliquées.

» Quelles conséquences en déduira-t-on pour la turbine Kœchlin? celle-ci, ce me semble :

» 1°. Quelle que soit la hauteur de la turbine au-dessus du bief inférieur, quand on aura $vs \geqq v's'$, l'écoulement se fera à plein tuyau ; et lorsque $vs < v's'$, il y aura rupture.

» (Pour obtenir v et v', il faudra supposer l'écoulement se faisant d'abord par la turbine, en retranchant l'appendice inférieur, ce qui donnera v; puis ensuite, par l'appareil complet, ce qui donnera v'. D'ailleurs, dans la réalité, on a toujours $vs = v's'$; mais c'est précisément pour que cette égalité subsiste, que la colonne se rompt dans certains cas.)

» 2°. Quand l'écoulement se fera à plein tuyau, les pertes de charge ou de puissance proviendront uniquement des frottements contre les parois, des changements brusques de direction, des variations dans les diamètres de l'appareil, et des rétrécissements ou étranglements.

» 3°. Dans le cas d'une rupture de la colonne, le vide qui se produira au premier instant sera bientôt remplacé par l'air entraîné par l'eau et par celui qui y est contenu, à l'état de dissolution, et qui s'en dégagera sous une pression devenue moindre.

» La veine fluide qui s'échappe de la turbine aura donc à vaincre une résistance sensiblement égale à celle qu'elle éprouverait en s'écoulant à l'air libre; dès lors on perd en puissance toute la charge d'eau comprise entre la turbine et le bief inférieur.

» Si l'on admet l'exactitude des conséquences qui précèdent, il paraîtra constant :

» 1°. Que, dans tous les cas, la rupture de la colonne est nuisible;

» 2°. Que cette rupture peut avoir lieu pour toute hauteur de la turbine au-dessus du bief inférieur;

» 3°. Qu'il suffit, pour l'éviter, de donner à l'ouverture de la vanne, dite *régulatrice*, une section convenable;

» 4°. Que cette section devra diminuer, toutes choses égales d'ailleurs, à mesure que la roue s'élèvera au-dessus du niveau du bief inférieur.

» Mais comme ces diminutions dans la section de l'orifice de sortie produiront des contractions toujours croissantes, et par suite des pertes proportionnelles dans l'effet utile de la chute, il est évident qu'*on doit placer la turbine le plus près possible du niveau des eaux du bief inférieur, et ne l'élever audessus de ce niveau que de la quantité nécessaire pour que l'on puisse facilement en opérer la visite et l'entretien.*

» Si l'on admet les explications qui précèdent, on voit que le nom de *turbine à double effet,* attribué à la turbine Kœchlin, ne saurait être justifié.

» Il n'y a qu'un seul effet, ou plutôt qu'une seule cause, l'eau mise en mouvement par la différence des niveaux des deux biefs entre lesquels l'appareil de la turbine établit une communication. L'effet de la pression atmosphérique est nul. »

CHIRURGIE. — *Traitement des vésigons et molettes chez les chevaux par des injections iodées dans les cavités articulaires;* Note de MM. **Thierry** et **Leblanc.** (Extrait.)

(Commission précédemment nommée.)

« Le Mémoire de M. Velpeau (6 mars 1843) montrait, dans la teinture d'iode étendue d'eau, un moyen presque innocent de traiter les hydropisies qui ont pour siége les cavités synoviales. Nous voulûmes savoir, M. Leblanc et moi, si, appliqué sur les chevaux, animaux chez lesquels ces affections sont très-communes, il serait aussi efficace que le feu, et nous fîmes à ce sujet quelques expériences. Le feu, soit qu'on l'applique en faisant des raies, soit qu'on l'applique au moyen de pointes, est généralement employé avec succès. Mais que l'on emploie l'un ou l'autre de ces procédés, il reste toujours des traces qui déprécient l'animal. Il était donc à désirer qu'on pût trouver un moyen qui, n'ayant pas les inconvénients du feu, en aurait les avantages. C'est dans ce but que nous avons fait, M. Leblanc et moi, comparativement, et des injections iodées et des injections vineuses, et l'application du feu par des pointes pénétrantes.

» Après avoir vidé, avec un trois-quarts, un vésigon de l'articulation tibio-tarsienne gauche, nous y avons injecté à peu près une quantité de vin chaud égale à celle du liquide synovial qui s'était écoulé (122 grammes). Le cheval sembla souffrir beaucoup. Aucune suppuration ne se développa autour des parties : elles restèrent gonflées et douloureuses. Après trente-deux jours, le 27 mai 1843, le cheval fut abattu, et l'articulation tibio-astragalienne gauche fut ouverte. Depuis l'injection avec le vin, elle était restée très-volumineuse ; on avait pu observer une douleur assez vive dans certains points en saillie. A l'ouverture de la cavité synoviale, il s'écoula une grande quantité de liquide rouge rempli de fausses membranes; la membrane synoviale était triplée d'épaisseur, tomenteuse, offrant des fascicules veloutés d'un rouge foncé. On rencontrait çà et là de petits foyers remplis de pus dans les parties qui avoisinent les surfaces articulaires. On trouvait du pus en nature séparé du liquide par une petite zone d'un jaune brun. Nous devons dire que, vingt jours après l'injection du vin, nous avions appliqué le feu en pointes profondes, afin de savoir si ce moyen réussirait chez le même cheval, alors que l'injection avait échoué : le feu n'a pas eu de succès dans ce cas. Il est vrai, du reste, que l'état général du tissu cellulaire laissait peu d'espérance.

» Ainsi, après une injection vineuse, l'état de l'animal a empiré, du pus a été sécrété, et l'articulation était hors de service.

» Le 19 mai 1843, la même opération fut faite au jarret droit d'un

autre cheval affecté de vésigons. Une quantité égale de liquide avait été retirée par le trois-quarts et remplacée momentanément par de la teinture d'iode mélangée à deux parties d'eau. Le 15 juillet, le cheval fut abattu. La membrane synoviale était dans l'état sain, les mouvements étaient libres dans l'articulation détachée, une très-petite quantité de liquide la lubréfiait, juste ce qui est nécessaire pour la facilité des mouvements. Du reste, on peut dire que les ligaments n'étaient point engorgés, qu'ils étaient sains, d'un blanc nacré et resplendissant. Cette articulation était d'un bon service.

» MM. Velpeau et Rayer ont constaté ce que j'avance et ont eu les pièces pathologiques à leur disposition. Les deux expériences n'ont pas été faites en leur présence; c'est pendant la vie de ces deux animaux que l'un de nous a eu l'honneur d'adresser une première communication à l'Académie des Sciences. Nous avons répété, en présence de MM. les Commissaires Rayer et Velpeau, les expériences que nous avons faites avec plus de régularité, et nous avons soumis à leur examen les animaux sur lesquels nous avons opéré.

» Or, nous avons fait cinq expériences sur des chevaux. Chacune de ces expériences a pour objet une forme particulière d'hydropisie dans les cavités closes articulaires ou servant au mouvement des tendons. Nous avons opéré au jarret, dans les capsules articulaires mêmes, dans des bourses situées sur les parties latérales de cette région, dans les articulations du genou, et dans les gaînes synoviales des régions métacarpienne et métatarsienne. Les chevaux étaient âgés de huit ans, onze ans, douze ans, quinze ans; une jument était âgée de sept ans. La maladie avait duré plusieurs mois avant l'opération. La plupart des chevaux boitaient; nous avions choisi avec intention des cas graves. Le procédé opératoire employé a été une simple ponction avec un trois-quarts. Après la sortie du liquide, on a injecté la teinture d'iode mélangée à deux parties d'eau, et l'on a fait sortir seulement la plus grande partie du liquide injecté, mais une portion est restée.

» Dans tous ces cas, il eût été indiqué d'appliquer le feu, soit suivant le procédé ancien, soit suivant le procédé des pointes pénétrantes.

» Des liquides qui ont été extraits de ces tumeurs, l'un était mêlé avec une certaine quantité de sang; le trois-quarts dont on s'était servi était un peu gros.

» Les animaux ont travaillé quatorze jours, sept jours, quatre jours et deux jours après l'opération; depuis ils n'ont pas interrompu leur travail. Deux ont été radicalement guéris au bout de deux mois; ils travaillent tous les jours à un service très-pénible sans que la maladie ait aucune tendance à se reproduire. Les trois autres chevaux sont maintenant dans un état très-satisfaisant; ils ne boitent plus, il n'y a plus d'hydropisie; mais il est resté encore autour des articulations un peu d'engorgement pendant plusieurs mois.

» Nous n'avons pas voulu donner le résultat de nos expériences avant qu'il n'ait été sanctionné par le temps.

» Nous sommes autorisés, d'après ces faits, à dire que les injections iodées, dans les bourses muqueuses et dans les gaînes synoviales des chevaux, peuvent remplacer avec avantage la cautérisation par le fer rouge, et que, dans la pluralité des cas, on doit commencer par employer cette médication.

» Mais il ne faut pas se hâter de faire des applications à la race humaine.

» Cependant, d'après une observation que nous allons citer, nous croyons pouvoir résoudre cette question par l'affirmative. Il y a trois mois, M. Leblanc a fait une ponction dans l'articulation du jarret gauche d'un vieux cheval encore plein de vigueur. Le vésigon était énorme, et l'on a retiré, par la ponction, deux litres de liquide jaune citrin, limpide, absolument semblable à celui de l'hydrocèle, et que M. Pelouze reconnut pour être formé d'albumine. Or, les injections iodées guérissent généralement l'hydrocèle quand le liquide contenu est albumineux.

» Après une ponction exploratrice, qui ne présente aucun danger, faite avec un trois-quarts fin, l'analyse chimique pourrait décider immédiatement s'il est à propos d'injecter la teinture d'iode.

» Dans tous les cas où l'on n'obtiendrait pas un liquide analogue à celui de l'hydrocèle, de l'albumine, nous nous opposerions formellement à une injection iodée; car alors il y aurait du pus ou du sang. Les tumeurs sanguines s'absorbent, et les tumeurs purulentes sont toujours le résultat d'une altération profonde des tissus que l'iode ne saurait guérir. Ce n'est, du reste, que dans les hydarthroses chroniques et rebelles à tous les autres moyens, qu'on serait autorisé à employer, chez l'homme, cette médication, après avoir préalablement reconnu la nature du liquide. »

CHIRURGIE. — *Figure et description d'un nouvel instrument destiné à moudre la pierre dans la vessie; par* M. CORNAY.

(Commissaires, MM. Roux, Velpeau, Pariset.)

« Cet instrument, dit l'auteur, est formé d'une canule qui laisse à nu, dans l'échancrure de son extrémité vésicale, deux cylindres dont le mouvement est concentrique et inverse à volonté. Un ruban de fer, ayant des articulations, forme une anse qui presse la pierre sur les cylindres.

» Les cylindres ont un mouvement concentrique qui fait que la pierre ne se déplace pas; ils la réduisent en poudre dans une épaisseur égale à leur largeur. On pulvérise les morceaux qui restent les uns après les autres. Les cylindres ou meules sont garnis de raies et de spirales tranchantes, ou bien encore de dents de lime.

» J'appelle cet instrument *mullitriteur*, c'est-à-dire qui use la pierre avec une meule. »

TOXICOLOGIE. — *Note sur cette question : Les agents toxiques, les sels solubles passent-ils de la mère au fœtus? par* M. **Audouard.**

(Commission nommée pour diverses communications relatives aux empoisonnements par les sels métalliques.)

L'auteur a été conduit à s'occuper des expériences qui font le sujet de sa Note, par le désir d'éclaircir quelques points relatifs à une nouvelle théorie de la nutrition du fœtus dont s'occupe M. le docteur *Grynfelt*, médecin polonais, établi à Servian (Hérault).

Ses expériences, faites principalement sur des lapins, l'ont conduit à reconnaître que quand les poisons minéraux sont administrés de manière à ne pas produire rapidement la mort, on en retrouve des traces appréciables dans les organes du fœtus, et que, même dans le cas où la mort est prompte, on reconnaît presque toujours dans le placenta des signes de l'empoisonnement.

Une observation faite sur une femme tend à confirmer cette conclusion relativement à l'espèce humaine. Cette femme avait été soumise, pendant les quatre derniers mois de sa grossesse, à un traitement par l'iodure de potassium. Or, les eaux de l'amnios, recueillies pendant l'accouchement, ont donné avec les réactifs, les signes les plus manifestes de la présence de l'iode.

M. Audouard a eu soin d'indiquer, dans ce cas comme dans les précédents, les procédés d'analyse auxquels il a eu recours pour constater la nature des composés métalliques dont on avait lieu de soupçonner la présence.

M. **Conté**, de Levignac, adresse un Mémoire ayant pour titre : *Suspenseur périnéal à l'usage des femmes, destiné à remplacer les pessaires; avantages propres à cet appareil qui prévient toujours et souvent guérit les prolapsus de l'utérus, en même temps qu'il sert à empêcher les fausses couches.*

L'auteur commence par rappeler les inconvénients des moyens employés jusqu'ici pour remédier à la chute de l'utérus. Il expose ensuite comment, ayant reconnu que le simple soulèvement du périnée suffisait pour maintenir l'utérus dans sa position naturelle, il a été conduit à imaginer l'appareil qui fait l'objet de sa Note. L'emploi de cet appareil a été suivi non-seulement de la guérison de l'indisposition locale, mais aussi du retour de la santé générale.

Ce Mémoire est renvoyé, de même qu'une Note sur le même sujet, que l'auteur avait précédemment adressée sous pli cacheté, à l'examen d'une Commission composée de MM. Serres, Roux et Velpeau.

M. Sieber présente un Mémoire relatif à son système de roues qu'il désigne sous la dénomination de *disques-rails concentriques*, système qu'il avait déjà exposé dans une Note adressée sous pli cacheté dans la séance du 24 juin 1844, et qui, sur sa demande, a été ouverte dans la présente séance.

« On sait, dit l'auteur, que les rapports de puissance, d'adhérence et d'espace parcouru par les locomotives en un temps donné, sont relatifs au nombre de pulsations des pistons et au diamètre donné des roues motrices: ainsi, toutes choses égales d'ailleurs, si l'on diminuait le diamètre de ces dernières, la même résistance serait vaincue par une dépense moindre de force motrice; mais les rapports d'adhérence sur les rails, et l'espace parcouru à chaque alternative de piston diminueraient en proportion; ainsi, d'une part, on gagnerait sur la force motrice ce que l'on perdrait, de l'autre, en adhérence et en vitesse. Le nouveau système proposé consiste donc :

» 1°. A pouvoir diminuer, selon les cas, le diamètre des roues motrices, et obtenir une grande augmentation d'adhérence sur les rails, sans rien perdre en vitesse;

» 2°. D'obtenir par conséquent une grande économie sur la force motrice, de manière à pouvoir, dans des conditions égales, remorquer à la même vitesse des convois beaucoup plus lourds, ou gravir des plans inclinés beaucoup plus prononcés, ou atteindre avec une égale résistance des vitesses beaucoup plus grandes sans augmenter ni le poids des locomotives, ni acoupler plus de deux roues par chaque machine. »

(Commissaires, MM. Arago, Piobert, Morin.)

M. Taurinus envoie une addition à son Mémoire sur un *nouveau système de mouvement pour les chemins de fer*.

(Commission précédemment nommée.)

M. Chopineaux soumet au jugement de l'Académie un Mémoire intitulé : *Nouveau mode de propulsion pour les chemins de fer*.

(Renvoi à la Commission des chemins de fer atmosphériques.)

CORRESPONDANCE.

(*Pièces dont il n'a pu être donné communication à la séance du 17 mars.*)

M. Guyot annonce la mort de M. *de Guignes*, correspondant de l'Académie, pour la Section de Géographie et de Navigation.

M. **Dumoulin**, inspecteur général de la navigation, adresse le tableau des *crues journalières de la Seine* pendant l'année 1844, observées à l'échelle du pont de la Tournelle.

M. **Arago** présente, au nom de la Société géologique de France, une *Carte géologique du globe*, par M. **Boué**. Cette carte a été coloriée par un procédé mécanique particulier, sous la direction de M. *Leblanc*, secrétaire de la Société géologique.

OROGRAPHIE. — *Sur l'altitude de Biskra.* (Extrait d'une Lettre de M. H. **Fournel**, ingénieur en chef des Mines, à M. *Élie de Beaumont.*)

« Il vient de m'être communiqué un Recueil d'observations barométriques faites à Sétif, et j'en ai profité pour les comparer avec celles que j'ai eu occasion de faire dans le désert. Malheureusement Sétif n'est guère plus au sud que Constantine, mais il n'est pas moins curieux de voir vérifier par une autre voie, et par une voie un peu moins incertaine, la faible élévation que j'ai attribuée au désert dans le voisinage de Biskra et de Sidi-Oc'ba.

» Je vais vous donner d'abord les éléments de mes premiers calculs, de ceux que j'ai faits en comparant mes observations avec celles faites à Constantine, à 650 mètres au-dessus de la mer.

» I. Trois observations faites par moi près de l'oasis de Biskra, les 11, 12 et 13 mars 1844, à l'heure de midi, me donnent, pour moyenne,

$$0^{m},76317 \quad \ldots\ldots \quad 26^{o},97.$$

Les observations correspondantes faites à la même heure à Constantine donnent

$$0^{m},712 \quad \ldots\ldots \quad 13^{o},73.$$

On trouve, en partant de ces éléments, que Constantine est à. . . . $576^{m},695$ au-dessus de Biskra; et, comme le baromètre de Constantine est à. . . . . $650^{m},000$ au-dessus de la mer, il en résulte que Biskra est à. . . . . $73^{m},305$ au-dessus de la mer.

» II. Deux observations faites par moi auprès de l'oasis de Sidi-Oc'ba les 8 et 9 mars 1844, à l'heure de midi, me donnent, pour moyenne,

$$0^{m},75715 \quad \ldots\ldots \quad 19^{o},5.$$

Les observations correspondantes faites à Constantine donnent

$0^{m},70565$ ..... $5^{\circ},15$.

On trouve, en partant de ces éléments, que Constantine est à. . $540^{m},330$
au-dessus de Sidi-Oc'ba ; et, comme le baromètre de Constantine
est à. . . . . $650^{m},000$
au-dessus de la mer, il en résulte que Sidi-Oc'ba est à. . . . . . $83^{m},032$
au-dessus de la mer.

» Le désert, entre Biskra et Sidi-Oc'ba, serait donc à une hauteur moyenne de

$$\frac{73^{m},305 + 83^{m},032}{2} = 78^{m},168;$$

et c'est parce que le mouvement de terrain entre Biskra et Sidi-Oc'ba m'a paru accidentel, que j'ai adopté 75 mètres pour la hauteur approchée du désert, au-dessus de la mer, dans cette région.

» Voici maintenant ce que me donnent les nouveaux calculs; mais déterminons d'abord avec précision la hauteur de Sétif.

» 1°. Douze observations (1) faites par moi à Bougie les 22, 23, 25, 27, 28, 29, 30 et 31 octobre, 1er, 3, 5, 6 novembre 1843, à l'heure de midi, me donnent, pour moyenne,

$0^{m},76296$ ..... $23^{\circ},338$.

Les observations faites à Sétif les mêmes jours et à la même heure donnent

$0^{m},67246$ ..... $16^{\circ},275$.

En partant de ces éléments, on trouve pour la hauteur de Sétif, au-dessus de la mer. . . . . $1093^{m},90$

» 2°. Cinq observations faites par moi à Bougie les 25 et 30 octobre, 1er, 5 et 6 novembre 1843, vers les 2 heures, me donnent pour moyenne

$0^{m},76054$ ..... $24^{\circ},05$.

Les observations faites à Sétif les mêmes jours et à la même heure donnent

$0^{m},67022$ ..... $16^{\circ},02$.

---

(1) Un nivellement fait avec soin m'a montré que mon baromètre, à Bougie, était à $19^{m},95$ au-dessus de la mer.

En partant de ces éléments, on trouve pour la hauteur de Sétif, au-dessus de la mer. 1094^{m},635

» 3°. Trente-quatre observations faites à Constantine (1), du 24 février au 28 mars 1844 inclusivement, à l'heure de midi, donnent pour moyenne

0^{m},70724 ..... 12°,5.

Les observations faites à Sétif, les mêmes jours et à la même heure, donnent

0^{m},66935 ..... 8°,8.

En partant de ces éléments, on trouve pour la hauteur de Sétif, au-dessus de la mer. . . . . 1101^{m},495

» Ce dernier résultat reposant sur trente-quatre observations consécutives, je le tiendrai pour exact, ne considérant ceux qui résultent de mes observations à Bougie que comme de simples, mais de bonnes vérifications.

» I. Maintenant, je reprends mes trois observations de Biskra, les 11, 12 et 13 mars 1844, à midi, et qui donnent pour moyenne

0^{m},76317 ..... 26°,97.

Les observations faites à Sétif, les mêmes jours et à la même heure, donnent

0^{m},67336 ..... 10°,9.

Nous aurons donc

	6183,785	*a*
	5186,784	*b*
T — T′ = 16°,07...	23,5	*c*
a — *b* — *c* =	973,501	
0,973501 × 2 × 37,87 =	73,733	
Hauteur de Sétif au-dessus de Biskra..	1047^{m},234	
Sétif est à.............	1101^{m},495	au-dessus de la mer.
Hauteur de Biskra au-dessus de la mer	54^{m},261	

» II. Les deux observations de Sidi-Oc'ba, les 8 et 9 mars 1844, à l'heure de midi, nous ont donné pour moyenne

0^{m},75715 ..... 19°,5.

---

(1) J'ai déjà dit que le baromètre de Constantine est à 650 mètres au-dessus de la mer.

Les observations faites à Sétif, les mêmes jours et à la même heure, donnent

$$0^m,66685 \quad \ldots\ldots \quad 5^\circ,5.$$

Nous aurons donc

	6120,675	*a*
	5109,400	*b*
$T - T' = 14^\circ\ldots$	20,6	*c*
$a - b - c =$	990,675	
$0,990675 \times 2 \times 25 =$	49,53375	
Hauteur de Sétif au-dessus de Sidi-Oc'ba	$1040^m,20875$	
Sétif est à..............	$1101^m,495$	au-dessus de la mer.
Hauteur de Sidi-Oc'ba au-dessus de la mer	$61^m,286$	

Ainsi, par cette nouvelle comparaison, la hauteur du désert, entre Biskra et Sidi-Oc'ba, serait :

Calcul par Sétif..... $\dfrac{54^m,261 + 61^m,286}{2} = 57^m,773$

Calcul par Constantine.................. $78^m,168$

Total... $135^m,941$

Nombre qui, divisé par 2, donne......... $67^m,97$

» Telle est la hauteur moyenne résultant des deux séries de calculs pour la partie du désert située entre Biskra et Sidi-Oc'ba. »

GÉOLOGIE. — *Sur les rapports des glaciers avec les reliefs des Alpes.* (Extrait d'une Lettre de M. E. **Desor** à M. *Élie de Beaumont.*)

« Dans une précédente Lettre que vous avez eu la bonté de communiquer à l'Académie, je vous ai fait part de nos observations sur l'avancement du glacier de l'Aar, pendant la campagne de 1844 (1). Permettez qu'aujourd'hui, je vous soumette quelques idées sur les rapports des glaciers avec les reliefs des Alpes.

» Quand on fait le tour de l'un de nos grands massifs des Alpes, on voit des glaciers déboucher dans toutes les directions; mais les grands glaciers, ceux qui descendent dans les régions cultivées, sont en général orientés dans le même sens, c'est-à-dire perpendiculairement au bord du soulèvement. C'est ainsi

---

(1) Voyez *Comptes rendus,* tome XIX, page 1299.

que dans les Alpes bernoises, les deux glaciers de Grindelwald sur le versant septentrional, les glaciers d'Aletsch, de Viesch, et même les glaciers de l'Aar (Lauter-Aar et Finster-Aar), et celui de Gauli sur le versant sud-est, courent tous de l'ouest-nord-ouest à l'est-sud-est, ou *vice versâ* (il n'y a que deux glaciers de quelque importance, celui de Loetsch et celui de Rosenlani, qui soient parallèles à la direction du soulèvement). Les mêmes lois de répartition s'observent dans la chaîne du Mont-Blanc. Or, les vallées transversales dans lesquelles ces grands glaciers sont encaissés se distinguent toutes par un caractère commun, c'est de s'élargir d'aval en amont, et d'avoir, surtout à leur origine, un grand cirque entouré d'ordinaire d'arêtes et de pics très-escarpés. Ces cirques sont les magasins naturels dans lesquels s'entassent les provisions de neige et de glace qui servent à l'entretien des grands glaciers, et que nous désignons sous le nom de *névés*. Si un glacier est dépourvu d'un élargissement semblable à son origine, il n'aura qu'un cours très-borné, quelle que soit du reste son élévation; c'est ainsi que les petits glaciers de Baechli, d'Aelpli, d'Erlen, qui descendent sur les flancs du Ritzlihorn, n'ont pas même 2 kilomètres de longueur, et pourtant ils commencent à près de 3000 mètres de hauteur. On a prétendu que les glaciers avaient un cours d'autant plus long, qu'ils descendaient de pics plus élevés. Il est vrai, qu'en général, les plus grands glaciers des Alpes naissent dans le voisinage des plus hauts sommets; mais ceci n'implique pas nécessairement que l'un des phénomènes soit la conséquence de l'autre; s'il en était ainsi, il faudrait que les hauts sommets fussent entourés de tous côtés de grands glaciers; or, c'est ce qui n'a pas lieu. Si le glacier d'Aletsch est le plus grand de la Suisse, ce n'est pas parce qu'il prend son origine au pied de deux des géants des Alpes, de la Jungfrau et du Moench, mais parce qu'il l'emporte sur tous les autres par l'étendue de ses névés. On ne concevrait pas, sans cela, pourquoi ces mêmes grands pics n'alimenteraient pas un glacier semblable du côté septentrional, qui est plus froid. Or, vous savez que sur tout l'espace compris entre la Jungfrau et l'Eiger, il n'y a, du côté septentrional, que des glaciers de peu d'importance; les plus notables sont ceux de la vallée de Lauter-Brunnen; encore sont-ils loin d'égaler ceux de Grindelwald. Or, n'est-il pas curieux que de toutes les vallées qui viennent aboutir à celle de Lauter-Brunnen, il n'y en ait aucune qui ait, à son origine, un élargissement comme on en trouve à l'origine des grands glaciers, et qu'aucune ne soit à pente douce et régulière, comme les vallées de l'Aar, d'Aletsch, etc.? La neige, cependant, y tombe en toute aussi grande abondance que sur le revers opposé; mais pour qu'elle puisse sustenter de grands glaciers, il lui faut des réservoirs où elle

puisse s'entasser. Ces réservoirs, ce sont les cirques à l'origine des vallées. C'est là que la neige subit ses premières transformations, en passant à l'état de névé, et plus tard, à celui de glace de plus en plus compacte. Cette transformation (qui ne peut s'opérer qu'en été, par la raison qu'il faut de l'eau pour changer le névé en glace) exige un temps d'autant plus long, que l'épaisseur de la couche est plus considérable; pendant ce temps, la masse entière chemine dans le sens de la pente, en vertu des lois qui régissent l'avancement des glaciers. Or, d'après les données que nous possédons maintenant sur la somme de l'avancement et de la fonte superficielle ou ablation dans un temps donné, il est évident qu'une couche de névé de quelques cents mètres d'épaisseur, comme il en existe dans tous les cirques de quelque étendue, aura le temps, tout en diminuant graduellement, de subir une translation notable avant de s'épuiser, surtout si le glacier répare ses pertes dans son cours, ou, d'après votre heureuse expression, s'il se renouvelle par intussusception. On peut, par conséquent, poser en thèse que la *longueur d'un glacier dépend avant tout de la puissance de son névé, ou, ce qui revient au même, de l'étendue et de la profondeur du réservoir ou cirque qui est à son origine*.

» Le niveau auquel les glaciers descendent est encore plus intimement lié à la forme des vallées; mais ici, ce n'est plus seulement l'étendue des cirques qui est en jeu; la pente de la vallée y est aussi pour beaucoup. En effet, si un glacier a une forte pente, il pourra descendre très-bas, sans pour cela être très-long. Si, au contraire, sa pente est très-douce, il pourra se faire qu'un glacier très-long se termine à un niveau plus élevé. C'est ainsi que le glacier d'Aletsch, qui a 2 myriamètres de long, cesse à une hauteur d'environ 1 300 mètres; tandis que le glacier supérieur de Grindelwald, qui n'a guère que 4 kilomètres de longueur, arrive à 1 176 mètres; aussi, est-il très-escarpé dans tout son cours, tandis que celui d'Aletsch a une pente excessivement douce. Il est, par conséquent, plus que probable que si l'on transportait le glacier d'Aletsch dans le lit du glacier de Grindelwald, il descendrait encore plus bas que ce dernier, à cause des masses beaucoup plus considérables qu'il charrie; tandis que celui de Grindelwald, transporté sur le revers méridional, ne descendrait guère au delà de 2 000 mètres. La température moyenne du lieu a sans doute sa part d'influence sur les niveaux des glaciers, et ses effets doivent nécessairement être d'autant plus sensibles, que l'on descend dans des régions plus basses; mais dans les limites dans lesquelles les glaciers des Alpes se maintiennent de nos jours, cette influence n'est que secondaire. Il en est de même de la position des glaciers à l'égard du soleil; nul doute

qu'elle n'exerce une certaine influence, et qu'entre deux névés d'égale étendue, dont l'un serait ombragé par une haute chaîne de montagne, tandis que l'autre recevrait en plein les rayons du soleil, le premier ne donne lieu à un glacier plus considérable que le second; mais il n'est pas moins certain que plus la masse du névé sera épaisse, et moins cette influence prévaudra. C'est pour n'avoir pas assez tenu compte de ces circonstances, que l'on a généralement attribué à la position des versants, la différence qui existe, sous le rapport de l'étendue, entre les glaciers du revers méridional et ceux du revers septentrional du Mont-Blanc. Rien n'est cependant moins démontré que cette opinion généralement admise. Si telle était, en effet, la cause de l'inégalité des glaciers des deux versants, comment se fait-il que dans la chaîne bernoise, les grands glaciers se trouvent tous, sans exception, sur le revers méridional, et que ceux qui descendent sur le versant opposé soient tous beaucoup plus courts? La solution du problème se trouve encore ici dans la configuration des reliefs. Dans la chaîne bernoise, les grands cirques se trouvent tous sur le revers méridional; le versant septentrional, au contraire, ne nous offre que des pentes roides, séparées d'espace en espace par des petits gradins; nulle part on n'y rencontre de ces glaciers à pente faible sur lesquels on puisse s'élever jusqu'au pied des plus hauts pics, comme sont par exemple les glaciers d'Aletsch et le glacier inférieur de l'Aar. Dans la chaîne du Mont-Blanc, c'est tout le contraire; les grands cirques et les glaciers à pente douce sont tous du côté du nord. Aussi les glaciers de Chamouni font-ils, pour la plupart, un trajet à peu près double de ceux de l'Allée blanche, pour arriver au même niveau. D'autres causes, telles que la largeur des vallées, qui servent de dégorgeoirs aux névés, la plus ou moins grande quantité de débris dont un glacier est recouvert, peuvent sans doute influer jusqu'à un certain point sur les dimensions des glaciers; mais ce sont, comme la position à l'égard du soleil, des causes tout à fait secondaires et subordonnées à la cause principale, la forme des reliefs.

» Je conclus de là que les grands glaciers des Alpes (les glaciers principaux de Saussure) ne sont pas un simple phénomène de climatologie; mais que leur forme, leur étendue et le niveau auquel ils descendent dépendent essentiellement de la configuration du sol et, en particulier, de la forme des vallées. Si les vallées des Alpes, au lieu de commencer par de larges et profonds cirques, n'étaient, à leur origine, que des rigoles étroites, il est probable que nos glaciers seraient bien moins puissants. Ils se borneraient, pour la plupart, aux flancs des montagnes; il n'y aurait guère que des glaciers à

pente roide, tels que les petits glaciers de la chaîne du Ritzlihorn, c'est-à-dire des glaciers de second ordre de Saussure (1).

» En se basant sur ces faits, on pourrait, en quelque sorte, fixer d'avance l'étendue que prendraient les glaciers, si le climat venait à se détériorer dans des montagnes où les neiges ne persistent pas de nos jours. Ainsi, par exemple, si la température moyenne de l'Europe diminuait de manière à abaisser la ligne des neiges de 1000 mètres, il en résulterait que non-seulement les grands cirques des Pyrénées, tels que ceux de Gavarnie, de Héas, etc., se rempliraient de neige, mais ils donneraient encore lieu à de grands glaciers qui descendraient, comme les glaciers des Alpes, bien au delà de la ligne des neiges. Dans les conditions climatériques actuelles, il n'y a, dans la zone tempérée, que les Alpes dont les cirques se trouvent à une hauteur suffisante pour entretenir de grands glaciers. Exhaussez la température de quelques degrés seulement, de manière à ce que la neige ne persiste plus dans les cirques alpins (qui sont, pour la plupart, situés entre 8 et 9 000 pieds) (2600 à 3000 mètres), et vous n'aurez plus de grands glaciers; vous n'aurez plus que des glaciers de second ordre, ou des *serneilhes*.

» Je joins à cette Lettre une épreuve d'une petite carte sur laquelle j'ai indiqué la limite où commence la glace compacte et où finit le glacier. Cette limite (que j'envisage comme bien plus rigoureuse que celle des neiges éternelles) varie, sans doute, suivant la position des glaciers; mais les extrêmes de ces oscillations ne dépassent cependant pas 200 mètres dans les Alpes bernoises, tandis que les neiges, sur les flancs des montagnes, sont soumises à des variations bien plus considérables. Cette même carte sera coloriée géologiquement pour accompagner une Notice sur la géologie de ces mêmes contrées, dont je me propose de vous communiquer les points principaux, si toutefois vous jugez qu'ils puissent intéresser. »

MÉTÉOROLOGIE. — *Sur deux météores observés aux environs de Layssac, l'un, dans la nuit du* 19 *au* 20 *novembre* 1844; *l'autre, le* 16 *janvier* 1845. (Extrait d'une Lettre de M. **Boisse** à M. *Arago*.)

« Depuis quelques mois, les phénomènes météorologiques se succèdent

(1) Les glaciers des Pyrénées appartiennent, pour la plupart, à cette catégorie, et probablement aussi ceux du Caucase. Peut-être conviendrait-il de conserver, à ce type de glaciers à forte pente et à cours limité, le nom pyrénéen de *serneilhes*, par opposition aux grands glaciers, aux glaciers principaux de Saussure.

dans nos contrées avec une fréquence tout à fait inusitée. Il y a peu de temps, j'eus l'honneur de vous écrire pour vous signaler la chute d'un aérolithe tombé, le 21 octobre dernier, aux environs de Layssac. Je viens appeler aujourd'hui votre attention sur deux nouveaux météores qui, si l'on en juge par la conformité des circonstances qui ont accompagné leur apparition, paraîtraient avoir encore la même origine.

» Les météores qui vont me fournir le sujet de cette Lettre ont été aperçus, le premier, dans la nuit du 19 au 20 novembre 1844; le second le 16 janvier 1845.

» Le météore du 20 novembre s'est montré à deux heures du matin. Il a été visible sur un grand nombre de points dans les départements du Tarn, de l'Aveyron et de la Lozère. Je ne l'ai pas observé moi-même, mais les témoignages nombreux, et tous parfaitement conformes, que j'ai recueillis dès le lendemain, ne me laissent aucun doute sur l'exactitude des renseignements que j'ai l'honneur de vous transmettre.

» Le ciel était parfaitement serein, la température fort douce; le vent soufflait faiblement du sud-est. La lune, qui avait accompli depuis trois jours son premier quartier, et dont le disque était, par conséquent, éclairé à peu près aux trois quarts, se trouvait encore à environ 25 degrés au-dessus de l'horizon, et brillait du plus vif éclat. L'apparition du météore a été soudaine; sa lueur si vive, que la clarté de la lune s'est trouvée complétement annihilée. Éblouies, comme elles auraient pu l'être par la lueur rapide d'un éclair qui les aurait surprises au milieu des plus profondes ténèbres, les personnes qui étaient témoins du phénomène ont été généralement frappées d'un sentiment de terreur. A cette heure, les ouvriers se rendaient en assez grand nombre à nos mines; aussi les témoins n'ont-ils pas manqué. J'en ai interrogé plusieurs sur la direction, la forme et l'aspect du météore; mais telle avait été leur émotion, que la plupart n'avaient pas osé lever les yeux pour reconnaître la cause de cette étrange clarté. Quelques-uns, prenant peut-être pour l'effet d'un agent physique le frisson de la peur, assuraient avoir éprouvé une sorte de commotion, s'être sentis saisis et comme frappés par le fluide lumineux. L'un d'eux ajoutait même que, passant sous un chêne au moment de l'apparition ignée, il avait entendu comme une sorte de frémissement dans le feuillage, et avait vu tomber autour de lui les feuilles desséchées. « Le feu, disait-il, a frappé l'arbre sous lequel je me trouvais, et j'ai » failli être brûlé. » Effrayé, il s'enfuit, couvrant sa figure de ses mains; et déjà il avait fait une centaine de pas, quand il entendit le bruit d'une violente explosion, suivi d'un grondement sourd et prolongé. Cet homme ajou-

tait encore que ce feu, ce fluide lumineux, lui avait semblé frapper le feuillage, non de haut en bas ou horizontalement, comme un corps qui tombe ou un souffle qui passe, mais de bas en haut, comme le ferait un fluide qui sortirait de terre et s'élèverait verticalement dans l'air.

» Veuillez me pardonner, monsieur, ces longs et minutieux détails; vous les trouverez, sans doute, bien puérils, mais j'ai cru d'autant moins pouvoir les passer sous silence, que, si l'on n'attribuait pas à l'influence d'une imagination frappée la sensation physique que ces hommes prétendent avoir éprouvée, leur récit semblerait devoir donner quelque appui à l'opinion qui veut faire jouer un rôle à l'électricité dans ces sortes de phénomène. En citant ces faits, je n'entends nullement faire revivre l'hypothèse qui considérait les bolides et les météorolithes eux-mêmes comme le produit d'une action électrique; mais ne pourrait-on pas supposer que l'apparition de ces météores est quelquefois accompagnée d'un mouvement de fluide électrique, en considérant toutefois ce mouvement de fluide, non comme cause efficiente, mais comme circonstance accessoire, ou même comme effet? Ne se pourrait-il pas que des corps étrangers, arrivant brusquement dans notre atmosphère, y déterminassent une réaction électrique, soit en vertu de leur électricité propre, soit par leur mouvement rapide dans l'air? Cette idée me semble bien naturelle, et peut-être trouverait-on, dans la discussion des faits observés, le moyen de l'établir sur une base plus solide que celle d'une simple supposition. Mais à Dieu ne plaise que je me jette imprudemment dans la voie des discussions et des hypothèses, cette voie si périlleuse pour quiconque n'a pas le bonheur de trouver dans ses connaissances scientifiques une sauvegarde assurée contre les errements de l'imagination. Je laisse donc de côté les spéculations théoriques pour revenir au simple récit des faits.

» La lueur éblouissante, qui semblait avoir tout à coup envahi l'atmosphère, n'était pas l'effet d'un éclair, d'une simple étincelle électrique. Sa durée, qui a été de quarante à quarante-cinq secondes, la grande distance à laquelle elle a été aperçue (14 à 16 myriamètres au moins), auraient suffi pour prouver qu'il y avait là autre chose qu'un éclair, lors même que l'on n'aurait pas aperçu le météore d'où la lumière émanait.

» Ce météore, déjà décrit dans le journal de l'Aveyron (numéro du 27 novembre), était de forme allongée, un peu conique; il se mouvait de l'est à l'ouest avec une grande vitesse, projetant dans tous les sens de vives et brillantes étincelles, et laissait derrière lui une longue traînée lumineuse. Sa trajectoire paraissait être presque rectiligne. Son effet pouvait être comparé à

celui des pièces d'artifice connues sous le nom de *chandelles romaines*. Après une course, qui a duré environ quarante-cinq secondes, il a paru se replier, se rouler sur lui-même; et, prenant la forme d'une corne d'abondance (pour me servir de la comparaison d'un témoin oculaire), il a éclaté, lançant au loin une gerbe de feu semée de paillettes étincelantes.

» A l'apparition du bolide a succédé un bruit effrayant qui a longuement ébranlé l'atmosphère. Ce bruit, comparé par les uns à celui du tonnerre, par les autres au roulement d'un convoi lancé avec vitesse sur un chemin de fer, s'est prolongé pendant près d'une minute : un temps au moins égal s'est écoulé entre l'apparition lumineuse et l'explosion.

» La même nuit, une heure plus tard, c'est-à-dire vers trois heures du matin, un second météore a été aperçu dans la direction de l'ouest. Son diamètre apparent égalait presque la moitié de celui de la lune; son éclat était blanc argenté, sa forme circulaire : aucune circonstance particulière n'a signalé son apparition (1).

» Le météore du 16 janvier ne paraît pas avoir été visible dans nos contrées, mais il a bruyamment manifesté sa présence par le bruit de son explosion. C'est vers dix heures du matin que ce bruit s'est fait entendre; il a débuté par deux ou trois fortes détonations, immédiatement suivies d'un roulement qui s'est prolongé pendant plus de deux minutes, et qui paraissait fuir, en s'affaiblissant, vers le sud-ouest. Telle a été la violence de l'explosion, qu'elle s'est fait entendre à la fois dans un grand nombre de lieux fort éloignés les uns des autres, et notamment à Rodez, à Villecomtal, à Arvieu, à Rieupeyroux, et sur beaucoup d'autres points, embrassant dans leur périmètre une étendue de plus de 20 myriamètres carrés. Au moment de la détonation, l'atmosphère était pure et vivement éclairée par les rayons solaires; personne, que je sache, n'a aperçu dans nos contrées le météore, cause de ce bruit effrayant. Mais le même jour, à la même heure, un bolide se montrait à Cette, dans la direction du nord, et ce bolide n'était autre, selon toute probabilité, que le météore dont l'explosion s'était fait entendre aux environs de Rodez. Voici en quels termes plusieurs journaux ont rendu compte de cette apparition météorique :

« On écrit de Cette que, le 16 janvier 1845, à dix heures du matin, et par
» le plus beau soleil, un météore, ayant l'apparence d'une étoile, a brillé au

(1) Après une course rapide de quelques secondes, il a paru s'évanouir, sans explosion et sans bruit; semblable aux étoiles filantes, dont il ne différait que par les dimensions.

» milieu du ciel, et, courant dans la direction du nord à l'ouest, a décrit, » dans son jet rapide, un quart de cercle lumineux, mais blanchâtre. Arrivé » à la limite de l'horizon, le météore s'est terminé en forme de poire ou d'en- » tonnoir, et alors sa clarté a pris quelque chose de sinistre. La base était » frangée de globules d'un blanc d'argent, et contrastait d'une manière frap- » pante avec l'espèce de tube formé par la traînée flamboyante, qui était » du rouge le plus vif. »

PALÉONTOLOGIE VÉGÉTALE. — *Exposé sommaire du nombre des espèces fossiles; par* M. GOEPPERT.

« ..... Quant au nombre des plantes fossiles connues actuellement, aucun compte rendu n'en a été publié depuis 1828. M. Adolphe Brongniart, dans son ouvrage classique, en comptait 500 espèces. Maintenant ce nombre est presque quadruplé, puisque j'en connais 1792, qui se subdivisent en 61 familles et 277 genres. J'ai fait mention de 253 espèces de *Fougères* dans la *Monographie de cette famille*, que j'ai publiée en 1836; aujourd'hui j'en compte déjà plus de 524. Si, sans exagérer, nous évaluons les espèces de plantes vivantes connues jusqu'ici à 80000, la flore fossile, telle que nous la connaissons, monte à $\frac{1}{45}$ de la flore actuelle.

» Les 1792 espèces fossiles, dont je viens de faire mention, sont distribuées dans les différentes formations ainsi qu'il suit :

Terrain de transition ou grauwacke.	8 fam.	*Algæ*, *Equisetaceæ*, *Asterophyllitæ*, *Filices*, *Stigmarieæ*, *Sigillarieæ*, *Lycopodiaceæ*, *Abietineæ*.	52 esp.
Calcaire carbonifère. .	3	*Filices*, *Stigmarieæ*, *Psaronieæ*.	3
Terrain houiller. . . .	18	*Fungi*, *Algæ*, *Equisetaceæ*, *Asterophyllitæ*, *Filices*, *Stigmarieæ*, *Sigillarieæ*, *Lycopodiaceæ*, *Cyperaceæ*? *Gramineæ*, *Palmæ*, *Liliaceæ*, *Asparageæ*, *Cannaceæ*, *Musaceæ*, *Cycadeæ*, *Diploxyleæ*, *Abietineæ*.	816
Grès rouge.	4	*Equisetaceæ*, *Filices*, *Psaronieæ*, *Aroideæ*. .	39
Zechstein et schiste cuprifère.	3	*Algæ*, *Filices*, *Cupressineæ*.	19
Grès bigarré.	8	*Equisetaceæ*, *Filices*, *Gramineæ*, *Restiaceæ*, *Liliaceæ*, *Cycadeæ*, *Cupressineæ*, *Abietineæ*.	32
Calcaire conchylien. .	2	*Algæ*, *Filices*. . . . . *Neuropteris Gaillardotii*, Brongn.; *Caulerpites Brandowskranus*, Goepp.	2

Marnes irisées (Keuper)	8 fam.	*Algæ, Equisetaceæ, Filices, Restiaceæ, Asparageæ, Cycadeæ, Cupressineæ, Abietineæ.*	52 esp.
Lias	12	*Fungi, Algæ, Lichenes? Equisetaceæ, Filices, Hydropterides, Lycopodiaceæ, Cyperaceæ, Gramineæ, Cycadeæ, Abietineæ, Cupressineæ.*	75
Terrain jurassique	9	*Algæ, Equisetaceæ, Filices, Hydropterides, Lycopodiaceæ, Najadeæ, Pandaneæ, Cycadeæ, Abietineæ.*	159
Argile wealdienne (*Wealden formation*)	8	*Algæ, Equisetaceæ, Filices, Palmæ, Liliaceæ, Cycadeæ, Abietineæ, Cupressineæ.*	16
Grès vert	15	*Algæ, Filices, Lycopodiaceæ, Gramineæ, Najadeæ, Palmæ, Asparageæ, Cannaceæ, Cycadeæ, Abietineæ, Salicineæ, Myriceæ, Acerineæ, Juglandeæ, Crassulaceæ.*	59
Craie	1	*Algæ.*	3
Monte-Bolca	4	*Algæ, Najadeæ, Gentianeæ, Nymphæceæ.*	7
Terrain tertiaire. Æocen	10	*Algæ, Najadeæ, Pandaneæ, Cupressineæ, Proteaceæ, Cucurbitaceæ, Leguminosæ, Sapindaceæ, Malvaceæ, Aurantiaceæ.*	120
Terrain tertiaire. Meiocen, Molasse et Pleiocen	52	*Fungi, Lichenes, Algæ, Characeæ, Musci hepatici et Musci frondosi, Filices, Hydropterides, Lycopodiaceæ, Gramineæ, Liliaceæ, Najadeæ, Typhaceæ, Ceratophylleæ, Pandaneæ, Palmæ, Cannaceæ, Asparageæ, Cycadeæ, Abietineæ, Cupressineæ, Taxineæ, Gnetaceæ, Acerineæ, Cupuliferæ, Plataneæ, Salicineæ, Betulineæ, Myriceæ, Ulmaceæ, Primulaceæ? Apocyneæ, Ebenaceæ, Oleineæ, Ericaceæ, Loranthaceæ, Caprifoliaceæ, Umbelliferæ, Halorageæ, Leguminosæ, Terebinthaceæ, Juglandeæ, Zanthoxyleæ, Rhamneæ, Coriarieæ, Acerineæ, Elatineæ.*	327
Gisement inconnu	4	*Algæ, Palmæ, Cycadeæ, Abietineæ.*	11
	61 fam.		1792 esp.

M. **Strauss** écrit relativement à la réclamation adressée récemment par M. *Oberhœuser,* relativement au *microscope* qui porte son nom.

« Il est vrai, dit M. Strauss, que je n'ai rien ajouté à la partie dioptrique du microscope achromatique ordinaire que construit cet habile opticien; mais la platine tournante et le microphore sont de mon invention, ainsi que le savent toutes les personnes qui s'occupent ici d'observations microscopiques, et c'est

pour cette platine seule que M. Oberhœuser a pris, avec mon consentement, un brevet d'invention. »

M. de Castelnau adresse de Goyaz (Brésil) quelques détails sur les résultats d'une exploration qu'il vient de faire de la rivière Araguay, rivière qui depuis longtemps n'avait pas été visitée par les descendants des conquérants portugais.

M. Hardy écrit relativement à un remède qu'il dit avoir découvert contre le *tic douloureux* et qui consiste dans l'application topique de la glu commune faite avec les baies du guy ou l'écorce du houx, et mêlée avec une certaine proportion de cire jaune.

(*Pièces de la séance du* 24 *mars.*)

M. le Ministre de la Marine accuse réception du Rapport fait à l'Académie sur les résultats scientifiques de l'expédition de MM. *Petit, Richard* et *Quartin-Dillon* en Abyssinie.

M. Flourens présente, au nom de l'auteur, M. Fée, un premier Mémoire sur les feuilles des Fougères (*voir* au *Bulletin bibliographique*). L'auteur s'est attaché, dans cet écrit, à démontrer l'importance de la nervation des feuilles comme base de la classification, et s'est efforcé d'établir qu'elle présente bien plus de certitude et de fixité que les caractères tirés des organes fructifères, organes qui, dans les Polypodiacés, n'offrent que des différences à peine appréciables.

M. de Jussieu présente au nom de l'auteur, M. le prince de Salm-Dyck, un Mémoire sur les plantes de la famille des Cactées cultivées dans son jardin de Dyck. (*Voir* au *Bulletin bibliographique.*)

M. Payen, Secrétaire perpétuel de la Société centrale d'Agriculture, annonce que la séance annuelle aura lieu le 30 de ce mois.

M. Moreau de Jonnès présente, au nom de la Société d'Émulation de Brest, un exemplaire de l'*Annuaire* que vient de publier cette Société, annuaire qui a pour objet de répandre dans la population du Finistère des notions usuelles de statistique et d'économie sociale.

CHIMIE. — *Transformation de l'essence de moutarde en essence d'ail; par* **M. Charles Gerhardt.**

« Les reproductions artificielles des substances qui prennent naissance dans la végétation ou dans l'économie animale deviennent de plus en plus fréquentes à mesure que la chimie organique se perfectionne. Je viens aujourd'hui en signaler une qui me semble mériter l'attention de l'Académie.

» L'huile essentielle, qui donne à l'ail une odeur si caractéristique, a été analysée récemment par M. Théodore Wertheim, et renferme, suivant ce chimiste,

$$C^6H^{10}S.$$

C'est donc un corps sulfuré comme l'essence de moutarde noire, mais sans azote.

» On sait, par les analyses de M. Lœwig et par les dernières recherches de M. Will, que l'essence de moutarde noire ne contient pas d'oxygène, et que sa véritable formule est

$$C^8H^{10}N^2S^2.$$

Il paraît aussi résulter des observations de M. Simon, que l'huile essentielle de cochléaria est identique à celle de moutarde; de plus, M. Hubatka a constaté que le raifort donne la même huile essentielle, et M. Wertheim l'a rencontrée, à son tour, dans l'essence qu'on obtient en distillant, avec de l'eau, la racine d'une autre crucifère, l'*Alliaria officinalis*, De Cand.

» En considérant ces faits et en comparant entre elles la composition de l'essence d'ail et celle de l'essence de moutarde, j'ai été conduit à essayer de transformer l'une dans l'autre, à l'aide des agents dont dispose la science.

» L'essence d'ail ne diffère de celle de moutarde que par les éléments du cyanogène et du soufre; on a, en effet,

$$C^8H^{10}N^2S^2 = C^6H^{10}S + C^2N^2 + S.$$

En faisant agir du potassium sur l'essence de moutarde, je devais enlever le cyanogène, ainsi qu'une partie du soufre, et mettre l'essence d'ail en liberté.

» Mes prévisions se sont entièrement réalisées (1). Quand on jette quel-

(1) Dans mes *Comptes rendus mensuels des travaux chimiques*, janvier 1845, page 11, en parlant du travail de M. Wertheim, j'ai indiqué cette réaction comme présentant quelque probabilité.

ques fragments de potassium dans de l'essence de moutarde, préalablement desséchée sur du chlorure de calcium et rectifiée de nouveau, elle est immédiatement attaquée; on peut chauffer légèrement dans une cornue pour favoriser la réaction; cependant il faut se garder d'élever trop la température, car la matière pourrait prendre feu, comme il m'est arrivé plusieurs fois.

» Si l'on opère avec précaution, la matière ne se colore pas beaucoup; il se développe un gaz, un sel blanc se dépose dans l'huile, et il distille de l'essence d'ail.

» C'est une jolie expérience de cours; la différence d'odeur entre les deux essences est si frappante, l'odeur de l'ail se déclare aussitôt d'une manière si franche, qu'elle seule pourrait suffire pour démontrer que la transformation s'effectue ainsi que je viens de le dire.

» Mais j'ai voulu avoir des preuves chimiques. J'ai donc recueilli l'essence qui s'était produite dans la réaction; elle était incolore, douée à un haut degré de l'odeur caractéristique de l'ail, et présentait les réactions indiquées par M. Wertheim : agitée avec une solution de nitrate d'argent, elle donnait un précipité noir de sulfure; avec le bichlorure de mercure (quand on chauffait légèrement la solution aqueuse pour dissoudre plus d'essence), elle donnait un précipité blanc; avec le bichlorure de platine, elle donnait un précipité jaune.

» Une combustion par l'oxyde de cuivre m'a donné, pour le carbone et l'hydrogène, les rapports obtenus par M. Wertheim à l'analyse de l'essence extraite directement de l'ail et rectifiée sans potassium. En effet,

» $0^{gr},217$ d'huile de moutarde séchée sur du chlorure de calcium et traitée deux fois par du potassium, ont donné 0,468 d'acide carbonique et 0,164 d'eau; ce qui fait en centièmes :

	Mon produit.	Essence d'ail rectifié (Wertheim).	Essence de moutarde.
Carbone.	58,8	59,1	48,5
Hydrogène.	8,4	8,2	5,1

» Je n'ai pu multiplier les analyses, faute de matière.

» Quant au sel qui se dépose dans cette réaction, c'est du *sulfocyanure de potassium;* en effet, il se dissout aisément dans l'eau et donne, par les persels de fer, la coloration rouge foncée si caractéristique; de même, il précipite en blanc (protosulfocyanure de cuivre) un mélange de deutosulfate

de cuivre et de protosulfate de fer, etc. Je n'ai pu y découvrir ni sulfure ni cyanure.

» Cependant, en rectifiant une seconde fois l'essence d'ail artificielle sur du potassium, j'ai trouvé dans le résidu beaucoup de sulfure. Cette réaction me paraît secondaire. Au surplus, pour bien saisir la réaction, il me faudra encore examiner le gaz qui s'y développe, ce que je n'ai pu faire, faute de matière.

» Les résultats que je viens d'exposer me paraissent néanmoins assez concluants pour démontrer que l'essence de moutarde se convertit bien réellement en essence d'ail par l'action du potassium métallique. Je me propose d'ailleurs de revenir sur cette métamorphose, dès que j'aurai terminé une autre série de recherches qui m'occupent en ce moment. »

CHIMIE. — *Sur la présence des bromures dans les composés naturels qui contiennent des chlorures.* (Lettre de M. CANTU à M. *Dumas.*)

« Vous savez, monsieur le professeur, qu'en 1823 j'ai annoncé la découverte de l'iode dans les eaux minérales sulfureuses du Piémont. Alors je n'avais pu découvrir ce principe que dans celles qui jaillissent des terrains tertiaires, quoiqu'il soit vraisemblable qu'elles naissent au-dessous de ceux-ci; mais, par des expériences ultérieures, faites avec le plus grand soin, je suis enfin parvenu à constater la présence de l'iode dans des eaux minérales qui sourdent au pied de nos Alpes dans des terrains véritablement primitifs. Après la découverte du brome, faite par M. Balard dans les eaux de la mer, je fis la recherche de ce principe dans les eaux minérales que j'avais reconnues iodurées, et il en est définitivement résulté que, dans toutes les sources où il y avait des chlorures et des iodures, on rencontrait également le brome dans un état de combinaison analogue. Ce résultat, qui m'a paru bien digne de l'attention des chimistes et des géologues, m'a porté à conjecturer que le même fait devait se présenter dans tous les êtres naturels qui contenaient des chlorures. En effet, les résultats d'une longue série d'expériences faites sur ce sujet, en réalisant ma conjecture, me permettent, dès à présent, d'établir, en maxime générale, que dans toutes les productions des deux règnes se trouvent l'iode et le brome à l'état d'iodure et de bromure, lorsqu'elles contiennent des chlorures. La coexistence de ces trois principes halogènes dans la nature, la grande analogie de leurs propriétés physiques et chimiques, et, dirai-je même, celle de leur vertu médicamenteuse, ne sont-elles pas des arguments propres à offrir des doutes sur la simplicité de l'iode et du brome? Je ne crois pas que ce soit un paradoxe; aussi je me propose de suivre

quelques expériences à ce sujet, que j'ai déjà entamées, et qui me paraissent propres à faire apprécier au juste le mérite de cette opinion. »

TÉRATOLOGIE. — *Genres Chélonisome et Streptosome; par* M. JOLY. (Extrait analytique présenté par M. SERRES.)

« L'étude des anomalies organiques, dont les bases ont été posées dans les anciens Mémoires de l'Académie des Sciences, a fait, depuis quelques années, de notables progrès. Un des plus remarquables a été de constater, d'une part, que l'ordre le plus parfait régnait dans la disposition organique des êtres anomaux si désordonnés en apparence; et de montrer, de l'autre, que cet ordre réel, dans ce désordre apparent, avait sa cause dans l'assujettissement de la nature à des règles fixes de développement chez les êtres organisés.

» Ces règles ont été exposées par M. Serres, dans ses travaux d'Embryogénie comparée, et cet ordre, dans les anomalies, a été développé par M. Isidore Geoffroy, dans son *Traité de Tératologie*. C'est à ces deux genres de recherches que se rapporte le Mémoire de M. Joly, professeur de zoologie à la Faculté des Sciences de Toulouse.

» Le Mémoire de M. Joly a pour objet d'établir, en Tératologie, deux genres nouveaux : le premier, sous le nom de *Chélonisome;* le second sous celui de *Streptosome,* appartenant l'un et l'autre à la famille des Célosomiens, établie par M. Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire.

» Genre CHÉLONISOME (Joly). — Genre appartenant à la famille des Célosomiens (Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire). M. Joly commence par faire connaître les caractères de ce type de famille, tels que les a établis M. Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire, les deux divisions dans lesquelles il les a partagés, et les différences réciproques des genres *Aspalasome, Agénosome, Cyllosome, Schistosome, Pleurosome, Célosome,* tels que les ont établis MM. Geoffroy-Saint-Hilaire père et fils. Rappelant ensuite que notre collègue avait annoncé la connaissance future de quelques nouveaux types organiques de cette famille, il annonce que les deux types qu'il va décrire lui semblent propres à confirmer ces prévisions.

» Le nom de *Chélonisome,* donné par M. Joly au premier genre, rappelle les nombreuses analogies d'organisation qui le rapprochent des tortues. Il a été établi pour un veau né à terme, et sur les premiers actes de la vie duquel l'auteur avoue ne posséder malheureusement pas de renseignements. La tête est volumineuse dans cet animal monstrueux, et les os coxaux et

l'omoplate étant comme renfermés dans la cavité thoracique, l'animal semble porter ses membres sur son dos. Les côtes, au nombre de douze seulement, par suite du mouvement de redressement et d'écartement qu'elles ont éprouvé, sont devenues totalement perpendiculaires à la ligne médiane, et, par le mouvement de demi-rotation que leurs têtes ont subi, leur face interne est devenue externe, et réciproquement. M. Joly fait observer que la même disposition est présentée par les côtes asternales chez les Dragons, à cette différence près cependant, que chez ces reptiles elles sont restées horizontales, au lieu de devenir verticales comme elles le sont sur le squelette des Chélonisomes. Enfin, quatre d'entre elles sont soudées ensemble, et il en est de même des apophyses épineuses de presque toutes les vertèbres dorsales. Les parties que représente le plastron des Chéloniens y existent aussi; le sternum existe, mais divisé en deux moitiés, l'une à droite, l'autre à gauche; chacune des deux moitiés est placée à l'extrémité sternale des côtes correspondantes, par conséquent aussi éloignées qu'elle-même de la ligne médiane. Colonne vertébrale contournée sur elle-même, de façon que ses portions sacrées, lombaires, coccygiennes, sont renfermées dans la cavité thoracique; autre analogie non moins frappante entre notre monstre et les vrais Chéloniens. Vertèbres cervicales très-grandes, dorsales petites, mal conformées; apophyses épineuses énormes et presque toutes intimement soudées. *Spina bifida* complet sur l'atlas, sur les vertèbres lombaires, les sacrées, et probablement sur toutes les coccygiennes. Omoplate normal; moitié droite de l'os coxal moins développée que la gauche; membres très-longs, mais, à part leur position anormale, bien conformés. M. Joly signale cette exception au principe posé par M. Isidore Geoffroy-Saint-Hilaire, que chez les Célosomiens les membres sont d'autant plus imparfaits que, toutes choses égales d'ailleurs, l'abdomen a ses parois normales moins complètes. M. Joly se demande si cette exception ne serait pas expliquée par la position de ces appendices au-dessus de l'éventration, et si cette position les aurait soustraits aux effets du tirage qui aurait principalement agi sur la colonne vertébrale, et déterminé ses différentes déviations. La tête était remarquable par son grand volume, proportionnellement à celui du tronc dont elle égalait presque toute la longueur. M. Joly entre ensuite dans quelques détails, malheureusement incomplets, qui lui ont été fournis par un des professeurs de l'école vétérinaire de Toulouse, M. Lafove. Les viscères thoraciques et abdominaux étaient contenus dans une espèce de sac membraneux à parois transparentes, pour ainsi dire suspendu à la colonne vertébrale. Le cœur et les poumons étaient conformés comme à l'état normal. Les estomacs et l'intestin proprement dits reposaient

sur la face interne des côtes, devenue externe par suite du redressement de ces dernières. Le rectum s'enfonçait entre l'os coxal et les os du coccyx, l'anus étant percé en face du plat de la cuisse droite, c'est-à-dire du côté où s'étaient fait le plus sentir les effets de l'éventration. Le foie, d'ailleurs normal, manquait de vésicule biliaire. La rate n'existait pas non plus. De tout l'appareil génito-urinaire, il ne subsistait rien que le pénis. Enfin il y avait absence complète du diaphragme et des parois abdominales. La face interne des côtes, devenue externe, était recouverte par les téguments communs et les muscles intercostaux externes. Les intercostaux externes, tous les muscles de l'épaule et une partie de ceux du bras, ceux du dos et des lombes, étaient logés dans le thorax formé par les arcs costaux redressés, et le remplissaient à peu près tout entier. Un repli de la peau séparait les côtes des membres postérieurs. Rien de précis relativement aux appareils vasculaire et nerveux; et M. Joly, suivant les procédés ordinaires de la zoologie, donne dans les termes suivants les caractères de son nouveau genre :

» Genre Chélonisome. — *Éventration médiane (ou latérale?) thoracique et abdominale; fissure complète du sternum; appareil urinaire nul; organes génitaux très-incomplets; omoplate, bassin et queue en grande partie contenus dans un thorax formé par des côtes redressées, dont quelques-unes sont intimement soudées entre elles.* — M. Joly attribue à un arrêt de développement les anomalies que nous venons d'esquisser, et il en trouve la preuve, 1° dans l'éventration thoracico-abdominale; 2° dans le spina bifida de l'atlas et des vertèbres lombaires, sacrées et coccygiennes; 3° dans la duplicité du sternum, etc., dispositions organiques qui, quoique anomales, rentrent toutes dans la loi de symétrie établie par M. Serres.

» Le second genre que décrit M. Joly, sous le nom de *Streptosome*, a été observé sur une pouliche née morte au haras de Viroflay, le 10 mars 1839. Elle consiste en ce que le rachis est tordu dans la région lombaire, et que les membres antérieurs étant dans la même direction que la tête, les postérieurs se trouvent dans une direction opposée. M. Joly rapproche ce fait de celui que Méry a mentionné dans les *Mémoires de l'Académie des Sciences* pour 1700, et qui est relatif à un fœtus humain. Les notions du professeur de Toulouse sont malheureusement incomplètes. Les seuls renseignements fournis par M. Brevet, vétérinaire au train des équipages, dans une Lettre adressée à M. Bernard, directeur de l'École vétérinaire de Toulouse, signalent que les organes abdominaux étaient contenus dans une enveloppe, une espèce de sac membraneux suspendu hors des parois du bas-ventre; ceux de la poitrine étaient aussi hors de cette cavité, suspendus dans un sac membraneux.

M. Joly place ce dernier genre dans la série tératologique, entre le genre Chélonisome de la famille des Célosomiens et les Exencéphaliens, avec lesquels il se lie par deux caractères assez communs dans quelques-uns de ces derniers, savoir, la célosomie et l'ouverture du crâne. (Observation de Méry.) »

PHYSIQUE. — *Note concernant l'étincelle d'induction d'induction du magnéto-électricisme.* (Lettre de M. S. **Linari**.)

« Au mois de novembre 1844, j'ai introduit dans le circuit du courant magnéto-électrique de l'appareil de Clarck, le cylindre électro-dynamique, ou spirale avec fer doux, au-dessous duquel est placée verticalement une calamite tournée de bas en haut, voulant essayer d'obtenir ainsi sa rotation autour de son axe, et les étincelles sur le mercure par les bouts qui en lèchent la surface, comme il arrive par le courant galvanique. En effet, à la suite de cette rotation, il a paru sur le mercure des étincelles continues et luisantes, plus luisantes encore que celles qu'y produit ce même appareil de Clarck. Je prends la liberté d'annoncer ce fait nouveau, qui nous apprend que le magnéto-électricisme peut donner une étincelle d'induction d'induction belle et luisante, surtout parce que l'expérience que je viens de décrire me paraît plus commode et d'un résultat plus prompt que celle que l'on fait ordinairement avec le courant voltaïque. Cette même étincelle d'induction d'induction pourrait être également obtenue en augmentant l'intensité du courant produit par la batterie magnéto-électro-tellurique que j'ai imaginée avec M. Palmieri. »

Une deuxième Lettre du même physicien contient, outre l'énoncé du même fait, des réflexions sur une partie d'une communication récente de M. *Melloni*, qui attribue en partie à M. *Palmieri* une découverte que M. Linari réclame comme lui appartenant exclusivement.

M. **Vallot** écrit relativement à l'animal connu sous le nom de ver du Fezzan, qu'il soutient ne point appartenir à l'espèce de l'*Artemia salina*, comme l'avait fait penser le nom de *brine-worm*, employé par les voyageurs anglais, mais n'être autre chose que des sauterelles conservées dans la saumure.

M. **Foullioy** demande à reprendre un Mémoire qu'il avait adressé pour un concours, et une pièce pathologique qu'il avait présentée à l'appui.

Le Mémoire, ayant été mentionné dans le Rapport de la Commission, ne

peut être rendu à l'auteur, qui est seulement autorisé à en faire prendre copie.

Quant à la pièce anatomique, elle lui sera remise, conformément à sa demande.

M. **Joubert** écrit relativement à certaines maladies qui, suivant lui, se seraient communiquées à des moutons jusque-là bien portants, auxquels il avait voulu inoculer la clavelée, et qui auraient été atteints de l'autre affection qu'avaient les animaux sur lesquels avait été pris le virus.

M. **de Castelnau** adresse une nouvelle Lettre relative à son exploration de l'Araguay. L'auteur, dans cette Lettre, mentionne plusieurs tribus indigènes qu'il a rencontrées dans ce voyage.

M. **Schultz** écrit pour demander l'insertion d'une Lettre qu'il avait adressée en réponse aux remarques présentées par M. *Boussingault* sur ses expériences concernant la *nutrition des plantes*.

La Lettre dont il s'agit, présentée à l'Académie à l'époque de sa réception, est aujourd'hui entre les mains de la Commission qui doit très-prochainement porter un jugement sur les expériences de M. Schultz.

M. **Stevenson** adresse quelques remarques sur des opinions qu'il dit avoir été émises par M. *Arago* dans une leçon sur la théorie de la vision.

M. **Porte**, près de repartir pour le Brésil, adresse ses remercîments à l'Académie pour les secours qu'il en a reçus relativement à l'entretien des deux botocudos qu'il avait amenés à Paris.

Le Secrétaire de la Société des Antiquaires de Picardie annonce qu'un monument va être élevé par souscription, à Amiens, à la mémoire de *Ducange*, et exprime l'espoir que quelques membres de l'Académie concourront à l'exécution de ce projet.

M. **de Ruolz** adresse un paquet cacheté.

L'Académie en accepte le dépôt.

A 5 heures l'Académie se forme en comité secret.

COMITÉ SECRET.

La Section de Botanique présente, par l'organe de M. **de Mirbel**, son

doyen, la liste suivante de candidats pour la place de correspondant vacante par suite du décès de M. *Bouché*, d'Abbeville :

1° M. Lestiboudois, à Lille ;
2° M. Moquin-Tandon, à Toulouse ;
3° M. Fée, à Strasbourg ;
4° M. Schimper, à Strasbourg.

Les titres de ces candidats sont discutés.
L'élection aura lieu dans la prochaine séance.
MM. les Membres en seront prévenus par lettres à domicile.

La séance est levée à 6 heures. A. et F.

ERRATA.

TOME XIX. (Séance du 30 décembre 1844.)

Page 1446, ligne 14 :

au lieu de $C^6H^6O^2 + O^2 = C^6H^6O^4$, acide acrolique,
lisez $C^6H^4O^2 + O^2 = C^6H^4O^4$, acide acrolique.

(Séance du 17 mars 1845.)

Page 760, ligne 25, *au lieu de* Monodelphes, *lisez* Didelphes.
Page 760, ligne 31, *au lieu de* Morses, *lisez* Dugongs.
Page 768, ligne 34, *au lieu de* cosinus, *lisez* sinus.
Aux pages 770, 771, *changez* les signes des seconds membres des formules (3), (5), (6), (7).
Aux pages 771, 773, 774, *au lieu de* cos, *lisez* sin, dans la valeur de $\Delta \int \mu dt$.
Enfin à la page 772, ligne dernière, et à la page 773, ligne 2, *au lieu de* 5,54526, *lisez* $\frac{5,54526}{100}$.

Page 800, ligne 19, *au lieu de* M. Arago présente, au nom de M. Jamesson, un nouveau système d'*ancre*, *lisez* un Mémoire sur un nouveau système d'*ancre*.

Page 800, dernière ligne, après le titre du Mémoire de M. Furnari, *ajoutez* le nom des Commissaires chargés de rendre compte de ce travail, MM. Roux, Velpeau.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

L'Académie a reçu, dans cette séance, les ouvrages dont voici les titres:

Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie royale des Sciences; 1er semestre 1845; n° 11; in-4°.

Éloge historique d'Aubert Du-Petit-Thouars, lu dans la séance publique du 10 *de ce mois, par* M. FLOURENS.

Essai d'une Carte géologique du globe terrestre, présenté à la réunion des Naturalistes d'Allemagne, à Gratz; par M. A. BOUÉ; grand-aigle.

Mémoire sur la famille des Fougères; par M. FÉE. — 1er Mémoire. *Examen des bases adoptées dans la classification des Fougères, et, en particulier, de la nervation;* in-folio.

Recueil de Lettres et de Mémoires adressés à l'Académie des Sciences pendant les années 1842 *et* 1843; *par* M. LEROY D'ÉTIOLLES. Paris, 1844; in-8°.

Étude historique de la Lithotritie; brochure in-8°.

Programme de Géométrie élémentaire, ou énoncés des principaux théorèmes de la Géométrie élémentaire, groupés suivant l'ordre véritablement logique des faits, et rédigés de manière à pouvoir être facilement appris de mémoire et gravés dans l'intelligence; par M. FAYET. Colmar; in-8°.

Annales forestières; mars 1845; in-8°.

Annuaire de Brest et du Finistère pour 1845, *publié par la Société d'Émulation de Brest;* in-8°.

Mémoires de la Société d'Agriculture, des Sciences, Arts et Belles-Lettres du département de l'Aube; nos 87 à 90.

Bulletin trimestriel de la Société des Sciences, Belles-Lettres et Arts du département du Var; 11e année, nos 3 et 4; et 12e année, nos 1 et 2. Toulon; in-8°.

Bulletin des Travaux de la Société départementale d'Agriculture de la Drôme; nos 15 et 16. Valence; in-8°.

Annales de la Société d'Agriculture, Arts et Commerce du département de la Charente; tome XV, novembre et décembre 1843; tome XVI, janvier à juin; et septembre et octobre 1844; in-8°.

Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux; tome XII; 6e livraison; 25 février 1843; in-8°.

Société d'Émulation du département du Jura; année 1843. Lons-le-Saulnier, 1844; in-8°.

Bulletin polytechnique, Revue des sciences exactes, de leurs applications et

de leur enseignement, etc.; par M. AUG. BLUM; tome Ier, n° 3; mars 1845; in-8°.

Annales des Maladies de la peau et de la Syphilis; par M. CAZENAVE; janvier 1845; in-8°.

Journal des Connaissances médicales pratiques; mars 1845; in-8°.

Journal de Chirurgie; par M. MALGAIGNE; mars 1845; in-8°.

Progrès de la Collection géographique de la Bibliothèque royale en 1844; *appendice;* $\frac{1}{2}$ feuille in-8°.

Essai sur la théorie des Moteurs hydrauliques; par M. J. PORRO. Turin, 1844; in-8°.

Cacteæ in horto Dyckensi cultæ anno 1844 *additis tribuum generumque caracteribus emendatis; par* M. P.-J. DE SALM-DYCK. Paris, 1845; in-8°.

Memoirs and... *Mémoires et Procès-verbaux de la Société chimique;* nos 10 et 11; 2 brochures in-8°.

The medical Times; nos 286 et 287; in-4°.

Quadratur... *La solution du problème de la Quadrature du cercle est-elle non avenue; par* M. E.-F. BERNHARDT. Hambourg, 1840; in-8°.

Bericht über die... *Analyses des Mémoires lus à l'Académie des Sciences de Berlin, et destinés à la publication;* novembre et décembre 1844; in-8°.

Rapido... *Aperçu rapide sur la constitution stationnaire de la Peste; par* M. C. CARLO. Milan, 1844; in-4°.

Gazette médicale de Paris; tome XIII, 1845; nos 12; in-4°.

Gazette des Hôpitaux; nos 32-34.

L'Écho du Monde savant; nos 20 et 21; in-4°.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. — FÉVRIER 1845.

JOURS du MOIS.	9 HEURES DU MATIN. BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	MIDI. BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	3 HEURES DU SOIR. BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	9 HEURES DU SOIR. BAROM. à 0°.	THERM. extér.	HYGROM.	THERMOMÈTRE. MAXIMA.	MINIMA.	ÉTAT DU CIEL A MIDI.	VENTS A MIDI.
1	749,68	— 0,4		749,88	+ 1,7		749,71	+ 2,5		750,22	— 0,2		+ 2,8	— 0,6	Très-nuageux..........	N. O.
2	751,76	— 2,0		751,27	— 1,4		751,28	+ 0,1		753,68	+ 0,9		+ 0,9	— 2,5	Couvert..............	N. fort.
3	755,40	+ 0,8		754,69	+ 1,8		754,07	+ 2,2		753,98	+ 1,8		+ 2,5	+ 0,2	Couvert..............	N. O.
4	759,75	+ 2,8		760,78	+ 3,3		761,37	+ 4,2		763,29	+ 2,0		+ 4,1	+ 1,1	Beau................	N. N. E.
5	761,08	+ 2,2		760,18	+ 4,2		758,43	+ 4,5		756,12	+ 4,1		+ 4,2	+ 1,1	Couvert..............	S. O.
6	752,39	+ 1,9		753,01	+ 3,4		753,11	+ 2,9		754,36	0,0		+ 3,5	+ 1,0	Nuageux..............	N. N. O.
7	755,94	0,0		755,12	+ 1,8		754,72	+ 1,8		755,27	— 0,4		+ 2,0	— 0,5	Quelques éclaircies......	N. O.
8	757,13	— 1,4		757,05	— 0,3		757,34	— 0,6		758,96	— 2,5		— 0,1	— 2,6	Beau................	N. N. E.
9	759,85	— 5,4		759,50	— 2,4		758,61	— 1,5		758,23	— 6,0		— 1,2	— 5,8	Beau................	E. N. E.
10	754,76	— 5,8		753,74	— 4,8		752,21	— 3,2		750,43	— 3,0		— 3,0	— 8,4	Neige abondante.......	S. E.
11	752,55	— 6,8		754,32	— 5,2		755,42	— 2,2		760,44	— 6,9		— 2,2	— 7,4	Beau................	N. N. E.
12	767,00	—10,0		767,16	— 5,4		767,72	— 3,6		768,52	— 5,3		— 3,8	—11,0	Beau................	N. E.
13	768,68	— 7,8		767,59	— 6,0		765,53	— 4,2		761,53	— 3,9		— 3,9	—10,8	Quelques nuages.......	S.
14	749,28	+ 0,4		748,48	+ 1,4		748,97	+ 2,3		751,75	+ 1,6		+ 2,6	— 2,3	Pluie................	S. O.
15	755,14	+ 1,0		755,75	+ 2,6		755,82	+ 2,4		756,07	+ 0,6		+ 2,9	— 0,1	Très-nuageux..........	O.
16	750,77	+ 1,1		751,68	+ 1,3		752,09	+ 1,0		753,98	— 1,6		+ 1,8	— 0,6	Très-nuageux..........	N.
17	756,32	— 3,0		756,46	— 1,8		756,07	+ 0,3		757,27	— 2,1		+ 0,3	— 5,2	Nuageux..............	N. O.
18	757,87	— 3,4		757,73	— 0,8		757,18	0,0		757,36	— 2,0		+ 0,2	— 6,4	Beau................	E.
19	757,37	— 0,3		757,38	+ 0,7		757,62	— 0,7		759,63	— 6,5		+ 1,0	— 2,2	Éclaircies............	N. E.
20	761,20	— 9,5		761,10	— 6,1		760,73	— 5,1		760,75	— 8,6		— 5,3	— 8,9	Beau................	N. E.
21	758,85	— 8,8		757,97	— 4,5		756,71	— 2,6		753,29	— 7,0		— 2,6	—11,8	Beau................	S. S. E.
22	744,29	+ 2,6		744,74	+ 7,4		744,44	+ 6,5		744,81	+ 3,8		+ 7,6	— 7,3	Couvert..............	O. S. O.
23	745,43	+ 5,3		745,80	+ 6,5		745,37	+ 6,7		746,65	+ 3,3		+ 7,4	+ 2,5	Très-nuageux..........	O. S. O.
24	750,94	+ 3,5		751,81	+ 5,2		753,03	+ 6,6		754,35	+ 4,0		+ 6,9	+ 2,2	Pluie................	O.
25	762,24	+ 0,5		762,70	+ 2,4		762,14	+ 3,8		760,27	+ 1,8		+ 6,3	+ 0,1	Quelques éclaircies......	N.
26	750,93	+ 6,7		749,94	+ 8,9		750,09	+ 8,4		753,45	+ 3,3		+ 9,0	+ 1,2	Pluie................	O. S. O.
27	757,42	+ 3,4		757,83	+ 4,8		757,00	+ 5,0		756,66	+ 1,2		+ 5,9	+ 1,9	Couvert..............	O.
28	756,07	+ 1,2		756,03	+ 2,5		754,93	+ 3,9		755,05	+ 2,3		+ 3,8	+ 0,1	Couvert..............	E. S. E.
1	755,77	+ 0,7		755,52	+ 0,7		755,09	+ 1,3		755,45	— 0,3		+ 1,6	— 1,7	... Moy. du 1er au 10	Pluie en centimètres.
2	757,62	— 3,8		757,76	— 1,9		757,72	— 1,0		758,73	— 3,5		— 0,6	— 5,5	... Moy. du 11 au 20	Cour.. 3,773
3	753,27	+ 1,8		753,37	+ 4,1		752,95	+ 4,8		753,07	+ 1,6		+ 5,5	— 1,4	... Moy. du 21 au 28	Terr.. 2,725
	755,72	— 0,5		755,70	+ 0,8		755,41	+ 1,5		755,94	— 0,9		+ 1,9	— 3,0	... Moyenne du mois......	— 0°,6